

EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

“BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L”

RICARDO DANIEL GUEVARA TORRES
PATRICIO DANIEL YÁNEZ RODRÍGUEZ

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AÑO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

NOSOTROS: RICARDO DANIEL GUEVARA TORRES
PATRICIO DANIEL YÁNEZ RODRÍGUEZ

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado: **"BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM- CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L"** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondientes cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Marzo del 2014.

__________________________	__________________________
Ricardo D. Guevara T.	Patricio D. Yánez R.
C.I. 171598520-4	C.I. 180397216-3

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Germán Erazo (Director)
Ing. José Quiroz (Codirector)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado **"BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM- CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L"** realizado por RICARDO DANIEL GUEVARA TORRES Y PATRICIO DANIEL YÁNEZ RODRÍGUEZ, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatuarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que contribuirá a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN documento empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a los señores: RICARDO DANIEL GUEVARA TORRES Y PATRICIO DANIEL YÁNEZ RODRÍGUEZ, que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Marzo del 2014.

Ing. Germán Erazo DIRECTOR	Ing. José Quiroz CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

NOSOTROS: RICARDO DANIEL GUEVARA TORRES
PATRICIO DANIEL YÁNEZ RODRÍGUEZ

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **"BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM- CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L"** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Marzo del 2014.

_________________________ _________________________

Ricardo D. Guevara T.
C.I. 171598520-4

Patricio D. Yánez R.
C.I. 180397216-3

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, mi Madre y Abuelos. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mis abuelitos Luis Guevara y Gladys Torres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi Madre Amelia Guevara quien ha depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Es por ello que soy lo que soy ahora y les amo con mi vida.

Ricardo Daniel Guevara Torres

DEDICATORIA

Este proyecto va principalmente dirigido a Dios y a mi Madre del Cielo que me han guiado en este camino escabroso y lleno de dificultades, quienes me han alejado de los vicios y me han encaminado por la rectitud y respeto hacia los demás.

A mis Padres, Patricio y Ana ejemplos de amor, comprensión e incondicional apoyo para con sus hijos. Gracias por confiar en mí a pesar de mis fracasos no me desampararon, son pilares en mi vida.

A mis hermanos Belén y Sebastián que les amo y les llevo en mi corazón siempre compañeros de toda una vida.

A mi Abuelita Lucila, templo de conocimiento y sabiduría con sus enseñanzas y amor es mi guía desde muy pequeño.

A toda mi familia que de una u otra forma fueron indispensables en la realización de este proyecto.

"Cada persona de éxito es alguien que falló, pero nunca se consideró un fracasado"

Patricio Daniel Yánez Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarles mi humilde obra de Trabajo de Grado en primera instancia a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar este anhelo que se vuelve una realidad tangible, siempre estuvo a mi lado, me dotó de grandes dones y talentos que hoy puedo utilizar en mi vida, luego a mis padres quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos. ¡Les amo!

A mi amigo y compañero de proyecto de tesis Ricardo que con su apoyo y colaboración no hubiera sido posible la realización de esta aspiración.

Dedico este trabajo de igual manera a mi tutor Ing. Germán Erazo quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto y cuyas aportaciones ayudaron a convertirme en una gran persona y profesional.

A mis hermanos, los que nunca dudaron que lograría este triunfo, también les amo, Belén, Sebastián, mi sobrinita, tíos, primos y amigos en todo momento me brindaron su apoyo para estudiar y me motivaron a seguir con mis estudios, brindándome su confianza.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.

“La confianza en sí mismo es el primer secreto del éxito.”

Patricio Daniel Yánez Rodríguez.

AGRADECIMIENTO

Hoy celebro el fin de una etapa especial en mi vida, me despido de grandes amigos y maestros, a quienes agradezco su acompañamiento durante todos estos años, que me permiten el estar aquí, culminando un anhelo en mi vida.

En mi memoria tengo, el día en que ingresé a esta maravillosa Institución, lleno de emociones, curiosidades, nerviosismo, alegría…. finalmente entramos al salón y nos sentamos con otros estudiantes, sin saber que muchos de nosotros compartiríamos grandes momentos durante tantos años, algunos de estos compañeros se fueron, otros llegaron en el transcurso de la carrera, pero todos coincidimos al sentir que cada una de nuestros maestros tienen un toque especial y único.

A mis Abuelitos, mi Mami y demás familiares por continuar brindándome su amor y apoyo, por permitirme llegar a cada meta que me tracé y otorgarme las oportunidades para ser alguien en la vida.

Por último, quiero dejar un mensaje a mis compañeros que se quedan en la Universidad, aprovechen sus días en esta magnífica etapa de sus vidas, porque el tiempo pasa muy rápido y recuerden: esta no es una simple universidad, es nuestro segundo hogar.

Ricardo Daniel Guevara Torres.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación se realizó la implementación de un banco de pruebas del motor CHEVROLET TRAILBLAZER 4,2 L para realizar tareas de diagnóstico de fallas, análisis de funcionamiento del sistema de inyección y encendido electrónico del motor VORTEC 4200.

Se generó la guía didáctica magnética completamente descriptiva, donde el usuario encontrará los procedimientos de diagnóstico de las averías más comunes para este vehículo.

A través del aprendizaje del funcionamiento de motores equipados con sistemas electrónicos para el control de emisiones, se logrará la integración de la electrónica automotriz de manera más eficaz, debido a que se contará con un banco de pruebas para el laboratorio de mecánica de patio. Tomando en cuenta que hoy por hoy la marca Chevrolet es una de las más vendidas en el país, es de vital importancia familiarizar al usuario con esta tecnología.

El proyecto es una herramienta de aprendizaje que beneficiará a todos los involucrados en el mundo de la mecánica automotriz, facilitando la comprensión del funcionamiento, diagnóstico y reparación de averías que involucran estos sistemas mediante la utilización de los procedimientos recomendados por el fabricante del vehículo.

Dada la complejidad de los nuevos sistemas de control electrónico de los automóviles modernos, el personal técnico automotriz tiene la necesidad de actualizar sus conocimientos para estar a la par con los últimos avances tecnológicos implementados.

ABSTRACT

In the development of this investigation we did an implementation of a simulator testing of the CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2 L engine. It will provide the diagnostic and repair procedures as well as a description about the fuel system, ignition system, evaporative emission system, throttle acceleration control and information about VORTEC 4200 engine.

More over the module has a digital material where the user will find the diagnostic and repair procedures recommended by the manufacturer.

Along of the learning about fuel injection systems and ignition systems which are electronically controlled you will have the knowledge to repair the Chevrolet emission control systems.

The project will be a helpful learning instrument and will benefit all the people who are evolved into the automotive world.

In order to help reduce emissions and improve the fuel economy manufactures make the new emission control systems which are a complex configuration with an efficiently emission control.

INTRODUCCIÓN

La tecnología ha venido evolucionando y cambiando en los diferentes campos a nivel mundial y el campo automotriz no es la excepción, debido a la necesidad de tener un medio ambiente menos contaminado y más limpio se han venido desarrollando nuevas tecnologías con el fin de reducir las emisiones contaminantes que los vehículos liberan hacia la atmósfera, todo esto sin reducir la comodidad, el confort y el rendimiento de los vehículos manteniendo clientes y conductores satisfechos con las prestaciones que los automóviles brindan. En todo el mundo existen instituciones que regulan y normalizan los niveles de contaminación mínimos permitidos para los automotores modernos. Debido a ello las empresas productoras de vehículos vienen desarrollando motores más eficientes así como sistemas de control electrónico más precisos y complejos buscando lograr reducir al máximo las emisiones contaminantes de los automóviles que ellos orgullosamente producen.

El presente trabajo abarcó el sistema electrónico de encendido e inyección de combustible del motor GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L ya que es indispensable conocer el funcionamiento general del sistema, así como el modo de operación de los diferentes sensores y actuadores que lo componen. Adicionalmente es de vital importancia saber cómo diagnosticar de manera correcta los diferentes problemas que este motor pueda presentar, ya que debido a nuestra experiencia hemos visto que varios técnicos incluso los técnicos autorizados de los diferentes concesionarios de Chevrolet tienen dificultades para lograr un diagnóstico a las averías del sistema electrónico que presenta este automotor.

El Capítulo I, se procedió a plantear el problema que es causa de estudio del presente trabajo así como los objetivos del proyecto.

En el Capítulo II, se refirió los conceptos fundamentales relacionados con el motor GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L tales como características del motor y los diferentes sistemas que lo componen.

En el Capítulo III, se planteó las hipótesis y la operacionalización de las variables.

En el Capítulo IV, se realizó las adaptaciones del motor de combustión para la construcción del banco y las pruebas de funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores del motor.

En el Capítulo V, se revisó de los códigos de falla que se dan al ocasionarse una avería o mal funcionamiento de algún componente del sistema de motopropulsión.

En el Capítulo VI, se realizó el marco administrativo que abarca el presupuesto y los recursos utilizados para el desarrollo del proyecto**.**

CAPÍTULO 1
EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los automotores traen gran cantidad de sistemas de control electrónico tanto para reducir las emisiones como para seguridad y confort, de ahí se presenta el encendido electrónico y la inyección electrónica de combustible.

Los diferentes desarrollos tecnológicos han hecho que estos sistemas sean cada día más complejos por lo que el realizar el diagnóstico presenta mayores dificultades.

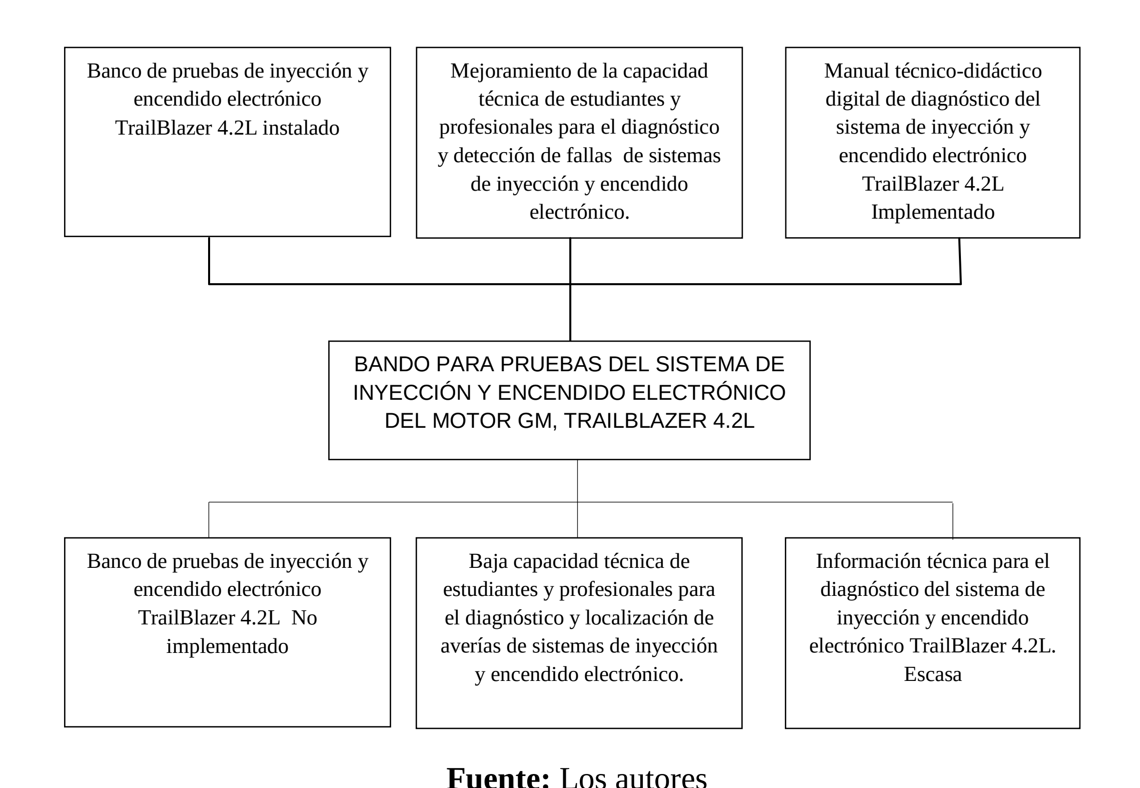
El sistema de inyección electrónica de combustible y de encendido electrónico ha reemplazado a los anteriores sistemas de carburador y encendido convencional respectivamente, debido a que con la ayuda de la electrónica se puede controlar de mejor manera los diferentes parámetros que afectan el funcionamiento de un motor de combustión interna. Ello ha llevado a que existan un sin número de averías que se pueden localizar en los diferentes sensores y actuadores que forman parte del sistema de control electrónico de inyección y encendido.

Debido a la complejidad de los sistemas de control electrónico los fabricantes han establecido pasos y procedimientos que los técnicos automotrices deben seguir para el diagnóstico y solución de los problemas relacionados con los sistemas de control electrónico de inyección y encendido. Todos estos procedimientos los plantearemos y explicaremos durante el desarrollo de este trabajo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad de las Fuerzas Armadas - Extensión Latacunga no tiene implementado un banco de pruebas para los sistemas de inyección y encendido electrónico modernos, utilizando el motor TrailBlazer 4.2L con el que cuenta el laboratorio de mecánica de patio, permitiría evaluar el funcionamiento del

sistema, y facilitar el aprendizaje práctico de la localización de fallas y averías del mismo, así como poder reconocer el comportamiento del sistema cuando sucede un mal funcionamiento de algún(os) componente(s) del mismo. A continuación se muestra el árbol del problema donde se toma en cuenta las causas que generan el problema.



Fuente: Los autores

Figura 1.1. Árbol del Problema

1.3. OBJETIVO GENERAL

Construir un Banco de Pruebas del sistema de inyección y encendido electrónico del motor GM – Chevrolet TrailBlazer 4.2L para facilitar la enseñanza, aprendizaje, capacitación y entrenamiento en el diagnóstico y detección de fallas de los diferentes componentes que influyen durante el funcionamiento del sistema electrónico de inyección y encendido.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ensamblar los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos que permitan el funcionamiento del motor GM-Chevrolet TrailBlazer 4.2L.
- Analizar el funcionamiento del sistema de control electrónico de emisiones mediante mediciones utilizando herramientas de diagnóstico de última generación.
- Elaborar un manual técnico digital que permita facilitar la localización de las fallas dentro del banco de pruebas.
- Localizar y describir los códigos de avería más comunes relacionados con el PCM del motor GM-Chevrolet TrailBlazer 4.2L.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El laboratorio de Autotrónica de la ESPE-L no dispone con un banco de pruebas para los sistemas de inyección y encendido electrónico modernos, ni vehículos con sistemas avanzados en este tema.

El banco de pruebas de inyección y encendido TrailBlazer es una herramienta didáctica de entrenamiento para incursionar en el diagnóstico, formación y trabajo muy útil que servirá a centros educativos e institutos que ofrezcan capacitación en el campo automotriz, ubicados en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, así como a empresas o concesionarios automotrices y talleres pequeños; por tal motivo serán tomados en cuenta todos y cada uno de los componentes que influyen en el funcionamiento del sistema de inyección electrónica TrailBlazer y al mismo tiempo se contemplarán todos los procesos de verificación y control del sistema para que éstos sean fácilmente realizables y comprobables de manera que pueda ser utilizado por cualquier persona que esté capacitándose en la rama automotriz.

CAPÍTULO 2

VEHÍCULO GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L

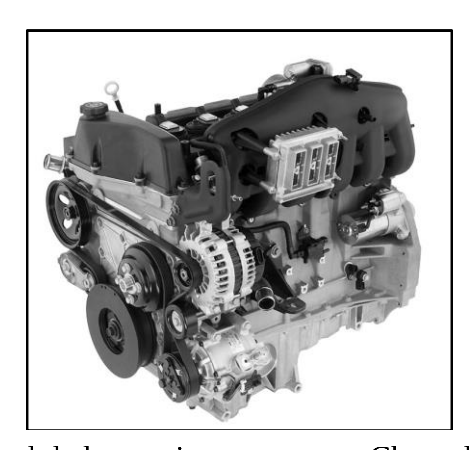
2.1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se desarrolla una descripción de los componentes y sistemas electrónicos, así como la información técnica acerca del vehículo GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L, el mismo que es el motivo de estudio y desarrollo de este proyecto de tesis. Éste vehículo posee las siguientes características:



Fuente: Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.1. Chevrolet TrailBlazer



Fuente: Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.2. Motor Chevrolet TrailBlazer 4.2L

Tabla 2.1. Características del motor

Tipo	VORTEC 4200
Posición	Longitudinal
Desplazamiento	4200 c.c.
# de cilindros	6 en línea
Configuración	24V DOHC
Potencia neta (HP@RPM)	270 @ 6000
Torque neto (kg-m@RPM)	37.9 @3600
Relación de compresión	10.0:1
Diámetro x Carrera (mm)	93 x 102
Sistema de encendido	Electrónico
Orden de encendido	1-5-3-6-2-4
Bomba de gasolina	Eléctrica

Fuente: Ficha técnica Chevrolet TrailBlazer 4.2 L

Tabla 2.2. Características del chasis

Dirección / Asistencia			Hidráulica
Radio de giro			5.55 m
Timón			4 radios
Suspensión	Delantera	Tipo	Independiente
	Trasera	Tipo	Eje rígido 5 articulaciones
	Amortiguadores		Hidráulicos telescópicos
	Resortes	Delanteros	Helicoidales
		Traseros	Helicoidales
	Barra estabilizadora		Delantera / Trasera
Frenos	Tipo		Hidráulicos, ABS en las 4 ruedas
	Delanteros		Disco
	Traseros		Disco
	De parqueo		Mecánicos en ruedas traseras
Llantas			P245 / 65 R17
Rines			17¨ aluminio

Fuente: Ficha técnica Chevrolet TrailBlazer 4.2 L

Tabla 2.3. Características del sistema eléctrico

Batería	12 V 600A
Alternador	150 Amp.

Fuente: Ficha técnica Chevrolet TrailBlazer 4.2 L

Tabla 2.4. Características de pesos y capacidades

Peso bruto vehicular	2608 kg
Peso vacío total	2087 kg
Capacidad de carga	523 kg
Capacidad de remolque	2588 kg
Capacidad del baúl	1162 L
Tanque de combustible	71 L
Aceite del motor	6,624 L
Aceite transmisión	10,8 L

Fuente: Ficha técnica Chevrolet TrailBlazer 4.2 L

Tabla 2.5. Características de la transmisión

Tipo		Automática 4 velocidades
Palanca de cambios		Al piso
Relaciones	1ª	3,06
	2ª	1,63
	3ª	1
	4ª	0,70
	Rev.	2,29
Relación final de eje		3,73
Tracción		Trasera / 4x4
Caja de transferencia	Alta	1:1
	Baja	2,69:1

Fuente: Ficha técnica Chevrolet TrailBlazer 4.2 L

2.2. MOTOR 4.2L CHEVROLET TRAILBLAZER

Haynes J. (2001) menciona que: “La camioneta Chevrolet TrailBlazer 4.2 L trae incorporado un motor VORTEC de 6 cilindros en línea, cilindrada de 4160 cm^3,

doble árbol de levas en la cabeza DOHC (4 válvulas por cilindro), sistema de inyección secuencial de combustible y encendido de bobina sobre bujía.

El motor VORTEC de 6 cilindros en línea ofrece:

- La potencia de un motor V8 con la eficiencia de tan solo 6 cilindros además es suave y silencioso.
- Acelera de 0 a 100 km en 9 segundos y alcanza una velocidad máxima de 192 km/h.
- Las emisiones contaminantes son de tipo EURO 3 con un consumo de combustible de 13 ltrs. por cada 100 km en condiciones de conducción mixta.

El motor es controlado por un módulo de control del tren motriz PCM y un grupo de sensores y actuadores, los cuales en conjunto contribuyen en el monitoreo del funcionamiento del motor." (p.19)

Es necesario conocer el funcionamiento del sistema de control de emisiones debido a que al ser un motor de alta cilindrada, un erróneo control de emisiones ocasionaría un elevado nivel de contaminación ambiental por parte de éste vehículo.

La PCM utiliza la información de los siguientes sensores.

1. Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).
2. Sensor de posición del árbol de levas (CMP).
3. Sensor de posición del cigüeñal (CKP).
4. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT).
5. Sensor de presión del tanque de combustible (FTP).
6. Sensores de oxígeno ((HO_2S)1, (HO_2S)2).
7. Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT).
8. Sensores de golpe ((KS1), (KS2)).
9. Sensor de presión del múltiple (MAP).

2.3. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

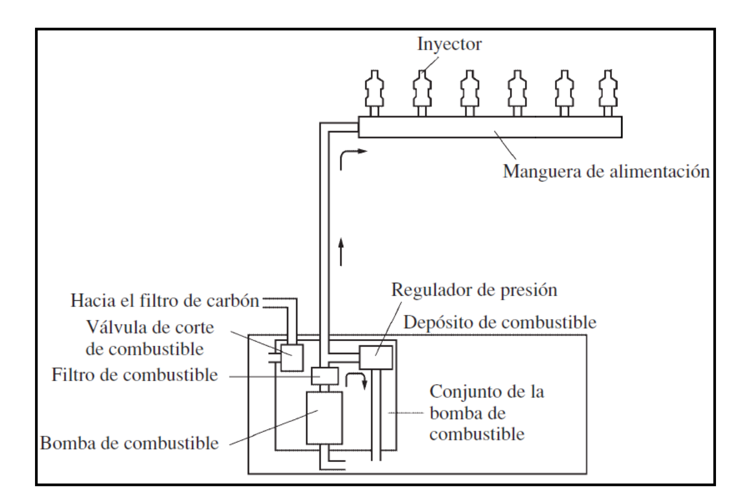
Es el encargado de proporcionar el combustible necesario hacia los cilindros del motor. El proceso es controlado y vigilado por el módulo de control del tren motriz PCM.

Haynes J. (2008) menciona que: “El sistema de combustible no utiliza tubo de retorno. El regulador de presión combustible y el filtro forman parte del ensamble del emisor de combustible, eliminando la necesidad de un tubo de retorno del motor. Con este sistema se consigue una menor temperatura dentro del tanque de combustible dando como resultado emisiones de evaporación menores”. (p.34)

Este sistema tiene la ventaja de ser controlado electrónicamente por el PCM, además de suprimir el regulador de presión y el tubo de retorno de combustible que comúnmente traen los vehículos cerca del múltiple de admisión.

El sistema está compuesto por las siguientes partes:

- Depósito de combustible
- Emisor de combustible
- Bomba de combustible
- Filtro combustible
- Regulador de presión de combustible
- Manguera de combustible
- Inyectores.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

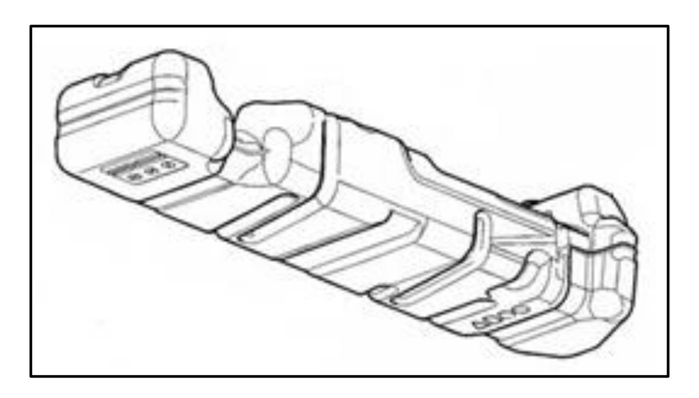
Figura 2.3. Sistema de combustible sin retorno TrailBlazer 4.2 L

El combustible se almacena en el depósito. La bomba eléctrica absorbe y suministra éste desde el tanque hacia el motor. La bomba cuenta con un filtro el cual limpia el combustible de residuos que puedan dañar el sistema, pasando por el regulador de presión de combustible y finalmente llegando hasta el riel de inyectores para ser introducido en los cilindros del motor. La bomba de combustible proporciona un flujo mayor al requerido por el sistema de inyección de combustible. El regulador de presión de combustible, mantiene la presión adecuada para el funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

a. TANQUE DE COMBUSTIBLE

Haynes J. (2008) menciona que: “Es donde se almacena el combustible, contiene el emisor de combustible, es moldeado a partir de polietileno de alta densidad y está localizado en la parte posterior del vehículo”. (p.47)

Debido al gran tamaño del tanque de combustible este es construido de plástico para disminuir el peso bruto del automotor.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.4. Tanque de combustible

El depósito utilizado en el banco para pruebas es el original que trae el vehículo, pero su tamaño fue modificado por cuestiones de espacio en el banco de pruebas. El depósito fue revestido exteriormente con una película de fibra de vidrio lo que evita filtraciones de combustible.



Fuente: Los autores

Figura 2.5. Tanque de combustible modificado

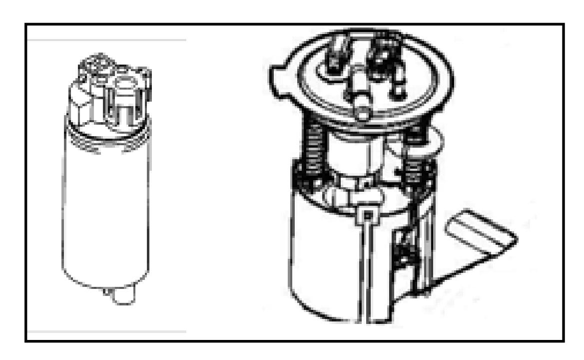
b. BOMBA DE COMBUSTIBLE

Bernal L. (2006) menciona que: “La bomba de combustible es un motor de corriente continua la cual está montada en el conjunto del emisor de combustible. Proporciona gasolina a una rapidez de flujo mayor al requerido por los inyectores.

La bomba de combustible entrega un flujo constante al motor aún en condiciones de bajo combustible.” (p.142).

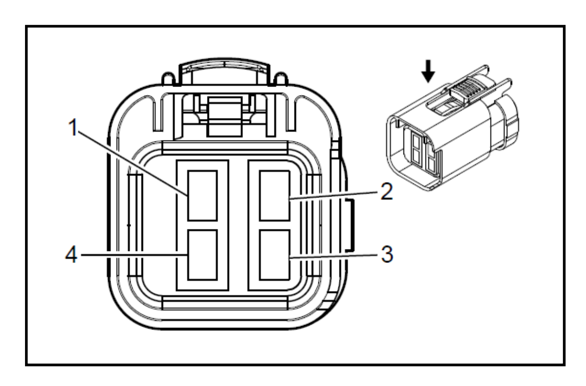
Esto ayuda a mantener un buen nivel de presión de combustible incluso al momento de arrancar el motor.

El módulo de control del tren motriz (PCM) controla el funcionamiento de la bomba eléctrica de combustible a través de un relé. La bomba eléctrica de combustible genera una presión aproximada de 90 PSI.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.6. Bomba de combustible y emisor de combustible



1. Tierra, 2. Señal del sensor de nivel de combustible, 3. Baja referencia, 4. Suministro de voltaje de la bomba de combustible

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.7. Conector de la bomba de combustible

c. FILTRO DE COMBUSTIBLE

El filtro de combustible forma parte del ensamble del emisor de combustible dentro del tanque. El elemento de papel del filtro atrapa las partículas que pueden dañar el sistema de inyección.

La caja del filtro está elaborada para resistir la presión máxima del sistema, la exposición a aditivos y los cambios de temperatura.

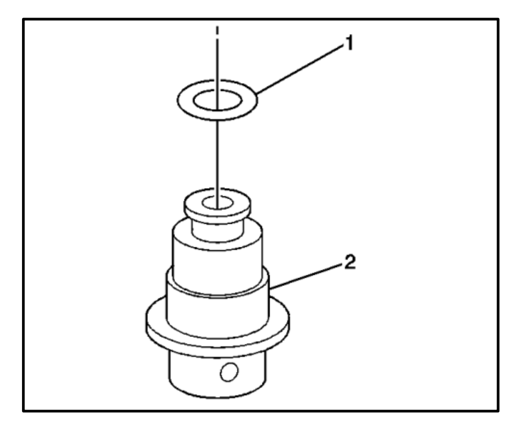


Fuente: Catálogo de productos Delphi

Figura 2.8. Filtro de combustible

d. REGULADOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE

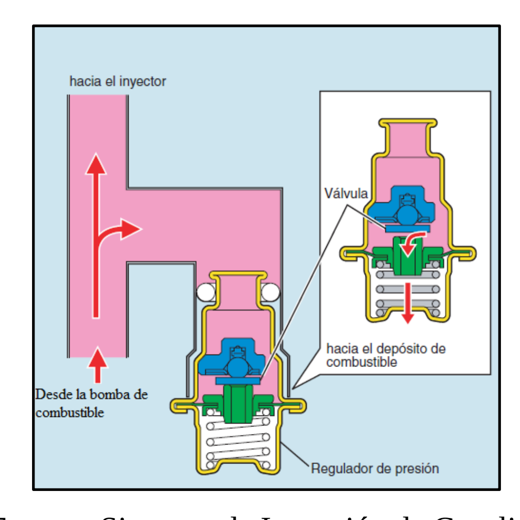
Gil H. (2002) menciona que: "El regulador de presión controla la presión de combustible hacia los inyectores aproximadamente a 324 Kpa. este valor difiere en función del modelo del motor". (p.3).



1. O-ring del Regulador de Presión, 2. Regulador de Presión de Combustible

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.9. Regulador de presión de combustible



Fuente: Sistemas de Inyección de Gasolina

Figura 2.10. Esquema regulador de presión de combustible

e. INYECTORES

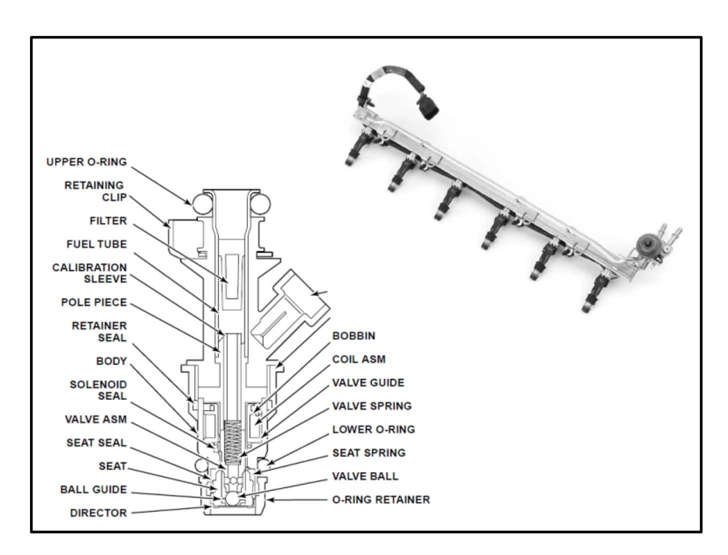
Haynes J. (2001) menciona que: “Los inyectores de combustible son un dispositivo solenoide, controlados por el PCM, que envía combustible a presión a un solo cilindro del motor. El PCM activa al solenoide del inyector para abrir la válvula de bola que normalmente está cerrada. Esto permite al combustible fluir desde la parte superior del inyector, pasar la válvula de bola y a través de una

placa directriz a la salida del inyector. La placa directriz tiene maquinados cuatro barrenos (orificios) que controlan el flujo de combustible, inyectando gasolina finamente atomizada.

El carburante es dirigido desde la punta del inyector a la válvula de admisión, causando que el combustible se atomice y vaporice antes de entrar en la cámara de combustión. Esta fina atomización mejora la economía de combustible y las emisiones". (p.23).

Con ello se consigue entregar la cantidad de combustible exacta acorde a las necesidades del motor.

Los inyectores van unidos a un riel el cual se encarga de distribuir uniformemente el combustible a todos los inyectores al mismo tiempo que posiciona los mismos en la cabeza de los cilindros.



Fuente: Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.11. Inyectores y riel de inyectores

2.4. SUBSISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

Se encarga de hacer ingresar de forma correcta el aire desde el exterior hacia los cilindros del motor. El subsistema está compuesto por la toma de aire, el filtro de aire, el cuerpo de acelerador electrónico, el múltiple de admisión y válvula de emisiones de vapores de combustible.



Fuente: Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.12. Toma de entrada de aire

a. FILTRO DE AIRE

La misión del filtro de aire es la de retener las partículas que el aire lleva (polvo basura), y evitar su ingreso hacia el motor.



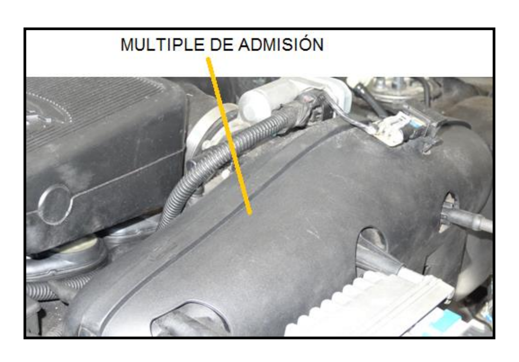
Fuente: Los autores

Figura 2.13. Filtro de aire

b. COLECTOR DE ADMISIÓN

Está formado por un grupo de conductos que distribuyen el aire hacia los cilindros del motor.

El múltiple de admisión de éste motor es de plástico con el objeto de reducir el peso del conjunto motor y sus conductos son diseñados para que exista el mínimo rozamiento posible entre el aire y las paredes internas del múltiple.



Fuente: Los autores

Figura 2.14. Múltiple de admisión

c. CUERPO DEL ACELERADOR ELECTRÓNICO

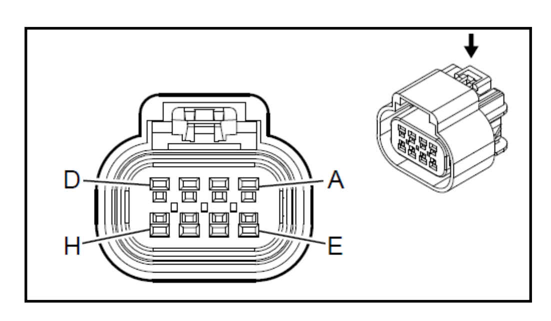
Haynes J. (2001) menciona que: “Se encarga de controlar la cantidad de aire que ingresa al motor en respuesta a la aceleración. El control del actuador de la mariposa o sistema TAC elimina el cableado entre el pedal del acelerador y el estrangulador, consigue una mejor respuesta de estrangulación que el típico sistema mecánico. Todos los movimientos de estrangulación son gestionados electrónicamente por el PCM”. (p.28).

La utilización de este sistema reduce al mínimo problemas como el que se afloje o rompa el cable del acelerador tal como sucede en los sistemas accionados mecánicamente.



Fuente: Los autores

Figura 2.15. Cuerpo de aceleración electrónico



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.16. Conector del acelerador electrónico

El significado de los pines del conector del acelerador electrónico se muestra en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Pines de conector del cuerpo de acelerador

Terminal	Color de Cable	Función
A	D-GN	Señal del sensor 1 TP
B	L-BU/BK	Referencia de 5 voltios
C	BK	Baja referencia
D	PU	Señal del sensor 2 TP
E	YE	Control de motor TAC – 1
F	BN	Control de motor TAC – 2
G	GY	Referencia de 5 voltios
H	BK/WH	Baja referencia

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

2.4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACELERADOR ELECTRÓNICO (TAC)

El sistema de control del actuador de la mariposa (TAC) usa la electrónica y componentes del vehículo para calcular y controlar la posición de la aleta de la mariposa de aceleración, eliminando así la necesidad de colocar un cable para comandar la aleta.

Los componentes del sistema TAC incluyen:

- Sensor de posición del pedal del acelerador APP
- Cuerpo de la mariposa de aceleración.
- Módulo del control (PCM)

Cada uno de estos componentes tiene interfaces comunes con objeto de asegurar cálculos y control exactos de la posición de la mariposa (TP).

a. Sensor de posición del pedal del acelerador (APP)

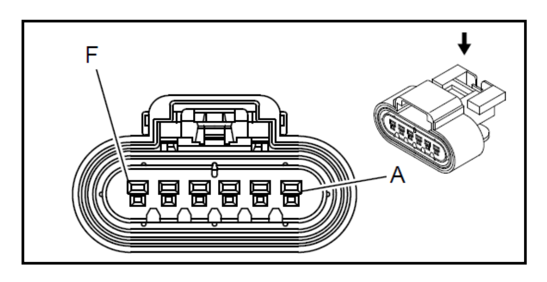
Haynes J. (2008) menciona que: "El sensor de APP está montado en el ensamble del pedal del acelerador. El APP es en realidad un par de sensores APP individuales dentro de una carcasa. Hay dos circuitos de señal separada, de baja referencia y de 5 voltios de referencia. El voltaje del sensor APP1 se incrementa en tanto es presionado el pedal del acelerador. El voltaje del sensor APP2 disminuye cuando es presionado el pedal del acelerador."(p.58)

La diferencia de voltaje entre los dos sensores es de aproximadamente 1.5V.



Fuente: Los autores

Figura 2.17. Sensor de posición del pedal del acelerador APP



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.18. Sensor de posición del pedal del acelerador APP

El significado de los pines del conector del sensor APP se muestra en la tabla 2.7.

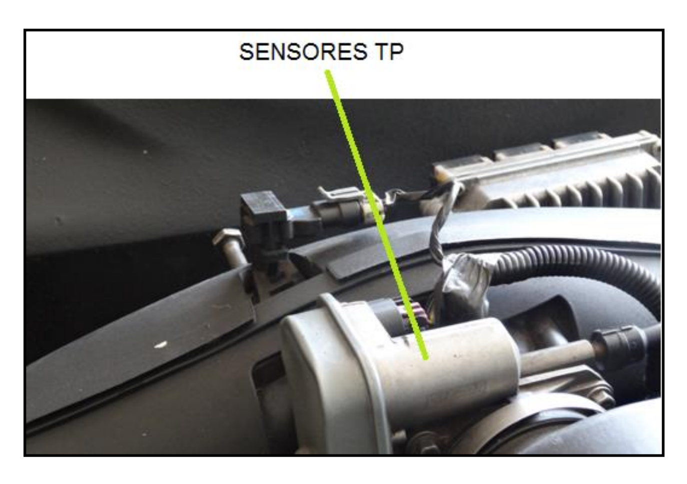
Tabla 2.7. Pines sensor APP

Terminal	Color de Cable	Función
A	PU	Señal del sensor 1 TP
B	L-BU	Referencia de 5 voltios
C	TN	Baja referencia
D	BN	Señal del sensor 2 TP
E	D-BU	Control de motor TAC – 1
F	WH/BK	Control de motor TAC – 2

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

b. Ensamble del cuerpo de la mariposa

Haynes J. (2008) menciona que: “El cuerpo de la mariposa para el sistema TAC es similar al cuerpo de una mariposa convencional, con algunas diferencias. Una de ellas es el uso de un motor para controlar la posición de la mariposa, en lugar de un cable mecánico, otra variante es el sensor de posición de la mariposa (TP). El sensor TP está montado en el ensamble del cuerpo de la mariposa. El cual es un par de sensores TP individuales en el interior del ensamble del cuerpo de la mariposa. Cuenta con dos circuitos de señal separada, de 5 voltios y baja referencia que son usados para interconectar a los sensores de TP y el PCM. El voltaje de señal del sensor de TP2 se incrementa en la medida que la mariposa se abre. El voltaje de señal del sensor de TP1 disminuye en la medida que la mariposa se abre”. (p.63)



Fuente: Los autores

Figura 2.19. Ubicación de los sensores TP

c. MODOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA TAC

El sistema puede operar de diferentes formas las mismas que se explican a continuación:

- **Modo de ahorro de batería**

Haynes J. (2008) menciona que: "Si se coloca el interruptor de encendido en la posición ON durante 10 segundos sin el motor funcionando, el PCM hace que la hoja del acelerador regrese a la posición predeterminada". (p.67) Esto elimina la acción de tener accionada la aleta y mantenerla en la posición de marcha en vacío programada.

- **Modo de potencia reducida del motor**

Si el actuador de la mariposa motorizada presenta problemas de funcionamiento el PCM entra en uno de los siguientes modos de operación:

- Límite de aceleración: El PCM utiliza la señal del pedal del acelerador para controlar la mariposa, sin embargo la aceleración del vehículo es limitada.
- Modo de mariposa limitada: El módulo de control utiliza la señal del pedal del acelerador para controlar la mariposa pero, la abertura máxima de la aleta de aceleración es limitada.
- Modo de acelerador apagado: El módulo de control desactiva el actuador del acelerador.
- Modo de ralentí forzado: En este caso el módulo de control toma las siguientes acciones: Limita la velocidad del motor a la marcha en vacío mediante la posición de la mariposa o por medio del control de encendido y de inyección de gasolina si es que la mariposa está apagada. No toma en cuenta la señal de entrada del pedal del acelerador.
- Modo de motor apagado: El módulo de control desactiva la alimentación de combustible y el actuador de la mariposa de aceleración.

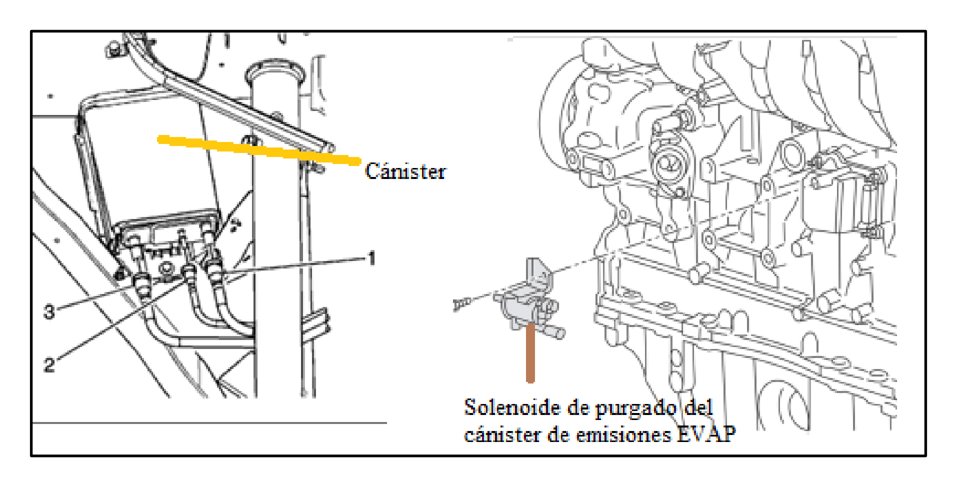
2.4.2. SISTEMA DE EMISIÓN DE VAPORES DE COMBUSTIBLE (EVAP)

El sistema de control de emisiones de vapor de combustible (EVAP) evita que los vapores escapen en exceso a la atmosfera. Estos vapores se forman dentro del

depósito de gasolina, los mismos que se mueven por efecto de la presión del depósito hacia el cánister del EVAP a través de la cañería de vapores.

El carbón en el cánister absorbe y almacena los vapores de combustible. El exceso de presión es ventilado hacia la atmósfera a través de la línea de venteo y de la válvula de ventilación del sistema. El cánister almacena los vapores de combustible hasta que el motor necesite usarlos. En el momento apropiado, el PCM activa la válvula de purga, permitiendo que el vacío del motor sea aplicado al cánister.

El aire fresco es forzado a través del cánister, extrayendo los vapores de combustible del carbón. La mezcla aire/vapor de combustible continúa a través de la tubería de purga y de la válvula de purga hacia el múltiple de admisión para que se consuma durante la combustión normal del motor.



1. Cañería de vapores de combustible, 2. Cañería de purga del EVAP, 3. Cañería de ventilación del cánister

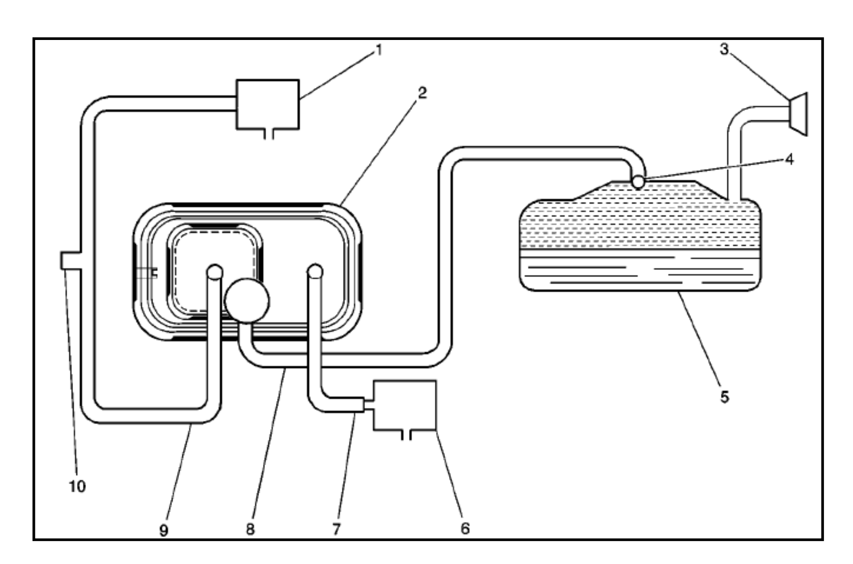
Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.20. Cánister y solenoide del cánister

a. COMPONENTES DEL SISTEMA EVAP.

En la figura 2.21 tenemos los elementos siguientes:

1. Válvula del solenoide de purga del depósito de EVAP
2. Cánister del EVAP
3. Tapón de llenado de combustible
4. Sensor de presión del tanque de combustible
5. Tanque de combustible
6. Válvula del solenoide de ventilación del depósito EVAP
7. Manguera/tubería de ventilación
8. Tubería de vapores del EVAP
9. Tubería de purga del EVAP
10. Puerto de servicio del EVAP



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

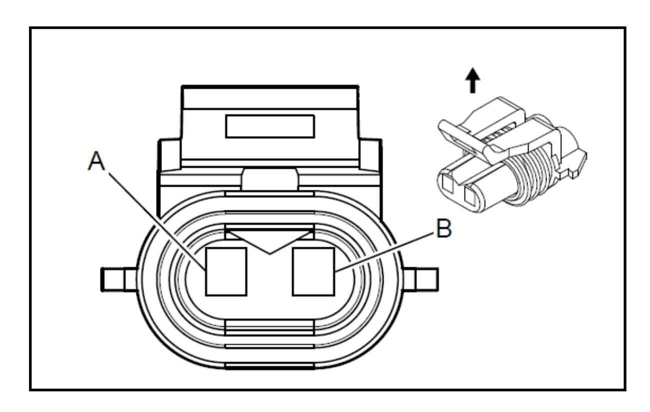
Figura 2.21. Diagrama de enrutamiento de la manguera de emisiones de gases

a1. Cánister del EVAP

El cánister está lleno de bolitas de carbón los cuales absorben los vapores de combustible. Los mismos que permanecen allí hasta que el PCM determina que es propicio utilizarlos en el proceso de combustión.

a2. Válvula de purga del depósito del EVAP

Es un solenoide el cual está normalmente cerrado y se encarga de controlar el flujo de los vapores de combustible hacia el múltiple de admisión del motor. El PCM controla el solenoide mediante modulación de ancho de pulso (PWM) de forma que se puede controlar con exactitud el flujo de vapor de combustible hacia el motor.



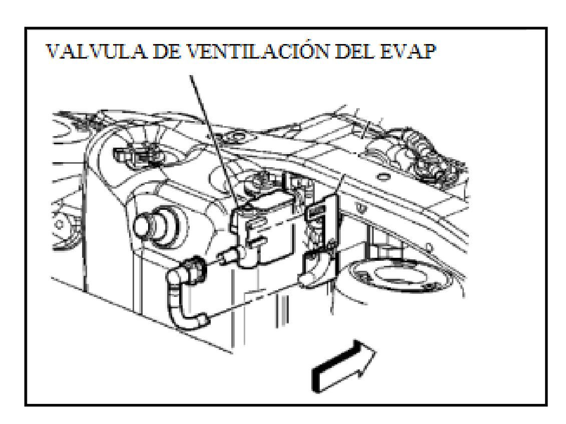
A. *Voltaje de ignición1 (pk) B. Control de la válvula solenoide de purga del cánister del EVAP (D-GN/WH)*

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.22. Conector válvula de purga del cánister del EVAP

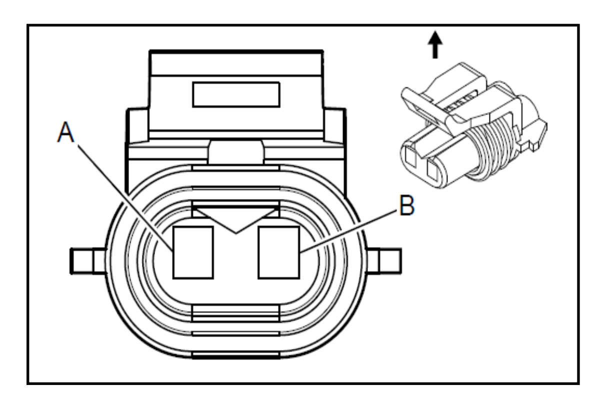
a3. Válvula de ventilación del depósito del EVAP

Es un solenoide el cual esta normalmente abierto y se encarga de controlar el flujo de aire fresco hacia el depósito del EVAP.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.23. Válvula de ventilación del cánister



A. Voltaje de ignición1 (pk) B. Control de la válvula solenoide de venteo del cánister del EVAP (D-GN/WH)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.24. Conector válvula de ventilación del cánister del EVAP

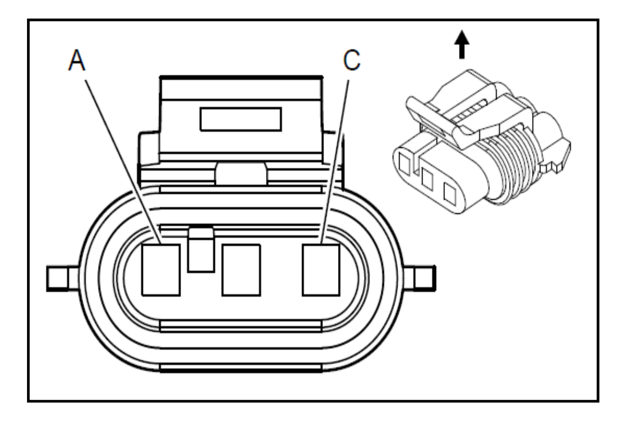
a4. Sensor de presión del tanque de combustible (FTP)

Este sensor se encarga de medir la diferencia entre la presión o el vacío del taque de combustible y el aire exterior.



Fuente: Los autores

Figura 2.25. Sensor FTP



*A. Baja referencia (BK) B. Señal del sensor (D*GN) C. Referencia 5V (GY)*

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.26. Conector sensor FTP

a5. Puerto para servicio del sistema EVAP

El puerto de servicio está localizado en el conducto de purga entre el depósito y el solenoide de purga del EVAP.

2.5. SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

Este sistema está conformado por el módulo de control del motor (PCM), el módulo de control de la carrocería (BCM) y los diferentes sensores y actuadores que monitorean y controlan la operación del motor. El PCM recibe entradas

electrónicas de varios sensores del vehículo y procesa esta información para determinar las condiciones de operación del mismo. Cabe recalcar que en su mayoría los componentes del sistema de control electrónico son de marca Delphi motivo por el cual utilizaremos también información proveniente del mencionado fabricante.

2.5.1. MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR (PCM)

Haynes J. (2001) menciona que: "El PCM del VORTEC 4200, que va montado sobre el múltiple de admisión, es un Tech 2000 avanzado con tres conectores. El PCM incluye un módulo interno de sensor de detonación o golpe (KS)."(p.26).
El tren motriz dispone de controles electrónicos para reducir las emisiones de escape mientras mantiene una excelente capacidad de transmisión y ahorro de combustible. El módulo de control del tren motriz (PCM) es el centro de control de este sistema. El PCM sondea constantemente la información de varios sensores y de otras entradas y controla los sistemas que afectan el funcionamiento del vehículo y las emisiones.

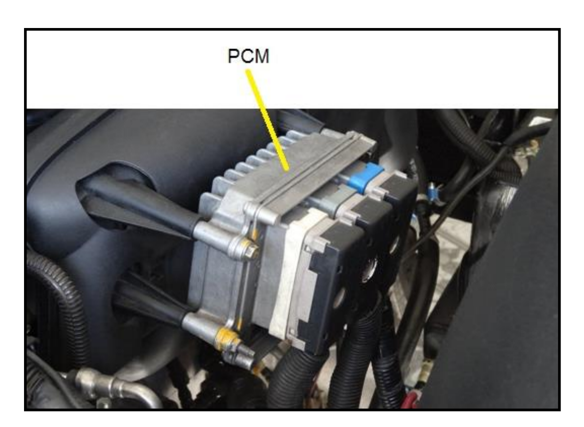
El PCM también lleva a cabo las pruebas de diagnóstico en varias partes del sistema a su vez reconoce problemas de funcionamiento y alerta al conductor por medio de la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL).

Cuando el PCM detecta un mal funcionamiento, el PCM almacena un código de falla de diagnóstico (DTC). El área que presenta problema se identifica mediante el DTC específico. El módulo de control abastece a varios sensores e interruptores de un voltaje de alimentación.

A continuación se muestran las funciones que son controladas por el PCM:

- Abastecimiento del motor
- Control del sistema de encendido

- Sistema del sensor de golpe (KS)
- Sistema de emisiones de evaporación (EVAP)
- Sistema de inyección de aire secundaria (AIR)
- Funciones de la transmisión automática
- Alternador
- Control del embrague de A/C
- Control de ventilador de enfriamiento



Fuente: Los autores

Figura 2.27. Módulo de control del tren motriz PCM

El PCM cuenta con dispositivos de entrada y salida los que incluyen convertidores análogos/digitales, compensadores de señal, contadores y controladores de salida, éstos son interruptores electrónicos que completan una conexión a tierra o un circuito de voltaje cuando se encienden.

El PCM internamente cuenta con cuatro memorias empleadas para el procesamiento de la información y son las siguientes:

- Memoria de sólo lectura (ROM).
- Memoria de sólo lectura programable y eliminable eléctricamente (EEPROM)
- Memoria Flash de sólo lectura.
- Memoria de acceso aleatorio (RAM).

a. Memoria ROM:

Thiessen F. (1994) mencionan que: "Es la memoria con los programas de software que vienen de fábrica que hacen funcionar el motor." (p.361). Sus datos pueden ser leídos y actualizados, la memoria *ROM (Read Only Memory)* es de almacenaje permanente en un circuito, si se desconecta la batería toda la información contenida sigue memorizada.

b. Memoria de sólo lectura programable y eliminable eléctricamente (EEPROM):

La memoria EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) contiene la estrategia del vehículo incluyendo información de calibración específica para el vehículo y puede ser reprogramada instantáneamente varias veces. La EEPROM permite que porciones seleccionadas de la memoria sean programadas y otras permanezcan sin cambio.

La información que se guarda en esta memoria es el número de identificación del vehículo VIN, la posición aprendida de variación del cigüeñal y los números de identificación de los programas/calibraciones entre otros.

c. Memoria flash de sólo lectura:

La memoria flash tiene una mayor capacidad de almacenamiento; durante la programación toda la información dentro de la memoria es borrada y reemplazada con datos enteramente nuevos.

d. La memoria de acceso aleatorio (RAM):

Lloris A. (2003) menciona que: "Es una memoria de acceso aleatorio de lectura y escritura la cual posee la propiedad de que el tiempo necesario para acceder

aleatoriamente a un dato seleccionado, es independiente de la posición de éste y del tiempo del último acceso, los datos vienen de los sensores de entrada y los interruptores."(p.285)

Bernal L. (2006) menciona que: "Es la memoria de transición de los datos de las señales de los sensores, están disponibles para elaborar eventuales acciones de control para los actuadores por normalidad o fallas de funcionamiento.

La memoria está dividida en dos secciones:

La primera memoria es volátil *RAM (Random Access Memory)* para memorizar datos desde que la llave es colocada en posición ON y borrada cuando vuelve a la posición OFF.

La segunda memoria es no volátil KAM (Keep Alive Memory) para memorizar datos en las tablas de correcciones, para realizar aprendizajes y compararlos con las estrategias de software, como de encendido, de marcha mínima, de mezcla aire: gasolina en lazo cerrado, o posición del acelerador, etc.

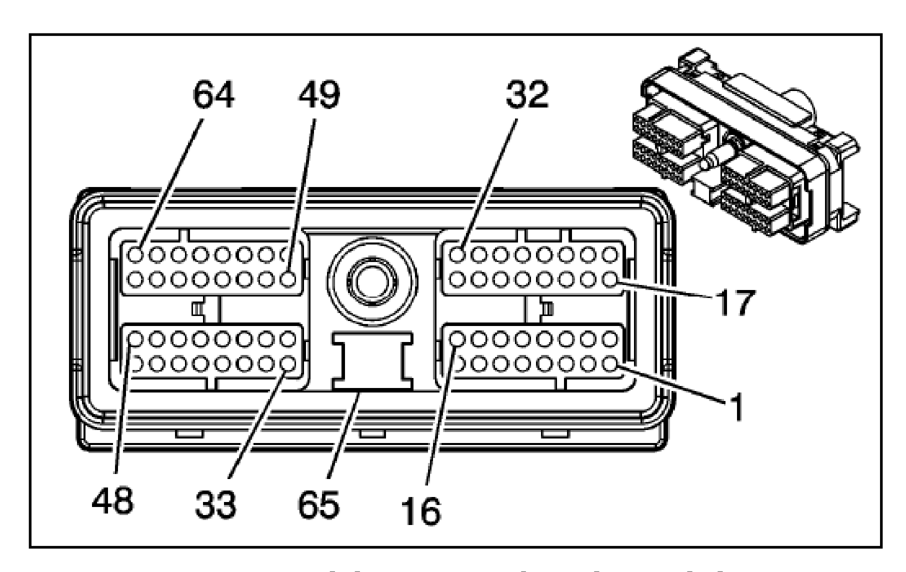
El aprendizaje se adapta con el tiempo por desgaste de los cilindros del motor, significa que la PCM usa las señales del sensor de posición CKP y de oxígeno para modificar y conservar en su memoria todos los factores de corrección en la inyección que influya en la mezcla. Las correcciones de aprendizaje se realizan para todas las velocidades de marcha mínima hasta marcha acelerada.

Toda la información KAM es mantenida por un voltaje continuo de la batería, sí la batería, el relé del PCM, el fusible KAM se desconectan, la memoria KAM se borra y para recuperar el historial se debe reaprender con un manejo del automóvil por 15 Km aproximadamente.

Actualmente para borrar la memoria KAM se requiere del escáner, no es posible hacerlo con solo desconectar la batería."(p.71)

Rueda J. (2005) menciona que: "Bus de transmisión de datos, todos los sistemas conectados con este bus CAN usan las mismas líneas de datos, de esta forma se utilizan menos cables para conectar cada sensor y cada actuador del motor con las computadoras." (p.847)

El PCM del Chevrolet TrailBlazer 4.2L cuenta con tres conectores de 65 pines cada uno, como se observa en la figura. El conector 1 es de color azul, el conector 2 es de color gris oscuro y el conector 3 es de color blanco.



Fuente: Manual de Servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.28. Conectores del PCM

Tabla 2.8. Pines del conector 1 del PCM

CONECTOR 1: COLOR AZUL		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
1	L-BU	Señal 2 del sensor APP
2	D-BU	Señal 1 del sensor APP
3	L-BU	Voltaje de suministro de la luz de alto (K34)
4	GY/BK	Señal baja de 4WD (NP8)
5	GY/BK	Señal del interruptor de reanudar/acel control crucero (K34)
6	D-BU	Señal del interruptor de establecer/marcha libre de control de crucero (K34)
7	BN/WH	Control de la MIL
8	OG/BK	Baja referencia
9	-	Sin uso
10	BN	Baja referencia
11	PU	Baja referencia
12	BK	Baja referencia
13	BK	Baja referencia
14	BK	Baja referencia
15-16	-	Sin uso
17	Gy	Señal del interruptor encendido de control crucero (K34)
18	-	Sin uso
19	pk	Voltaje de ignición 1
20	OG	Voltaje positivo de la batería
21	pk	Voltaje de ignición 0
22	PU	Señal de sensor del nivel de combustible – Primario
23-24	-	Sin uso
25	YE/BK	Señal de la velocidad del vehículo
26-27	-	Sin uso
28	PU	Señal del interruptor de liberación de control de crucero/TCC
29	D-GN	Señal del interruptor de PNP
30	TN	Señal del sensor del IAT
31	PU	Voltaje de arranque
32	D-GN/WH	Señal de la velocidad del vehículo
33-40	-	Sin uso
41	RD/BK	Señal del sensor de presión del refrigerante del A/C
42	D-GN/WH	Control del relevador del embrague del compresor de A/C
43	D-BU	Señal de velocidad del ventilador de enfriamiento
44	BN	Control del relevador de la bomba de aire (K18)
45-47	-	Sin uso
48	YE/BK	Control del relevador de habilitación del arrancador
49	WH	Señal de velocidad del motor
50-53	-	Sin uso
54	Gy	Referencia de 5-voltios
55	WH/BK	Referencia de 5-voltios
56	-	Sin uso
57	WH/BK	Control del embrague del ventilador de enfriamiento
58	YE	Datos seriales de clase 2
59	D-GN	Datos seriales de clase 2
60	Gy	Baja referencia
61	D-GN	Señal del sensor de presión del tanque de combustible
62	Gy	Referencia de 5-voltios
63	TN	Referencia de 5-voltios
64-65	-	Sin uso

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Tabla 2.9. Pines del conector 2 del PCM

CONECTOR 2: COLOR GRIS OSCURO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
1	PU	Baja referencia
2	L-GN/BK	Baja señal del VSS
3	D-GN/WH	Control del relevador de la bomba de combustible
4	L-BU/WH	Control bajo de la válvula solenoide del control de presión
5	RD/BK	Control alto de la válvula solenoide del control de presión
6	YE/BK	Control 6 del inyector de combustible
7	BK/WH	Control 5 del inyector de combustible
8	L-BU/BK	Control 4 del inyector de combustible
9	YE	Señal del sensor CKP
10	PU/WH	Alta señal del SVV
11	TN/BK	Señal del torque entregado
12	OG/BK	Señal del torque requerido
13	-	Sin uso
14	BK	Control 1 del inyector de combustible
15	L-GN/BK	Control 2 del inyector de combustible
16	PK/BK	Control 3 del inyector de combustible
17	WH	Control de la solenoide de venteo del cánister del EVAP
18	TN/WH	Señal baja HO2S – banco 1 sensor 2
19	YE	Señal del sensor del ECT
20	D-GN/WH	Control de la solenoide de purga del cánister del EVAP
21	-	Sin uso
22	BN	Control de la válvula solenoide del TCC PWM
23	PU/WH	Señal alta HO2S – banco 1 sensor 1
24	-	Sin uso
25	L-GN	Señal del sensor del MAP
26	PU/WH	Señal alta HO2S – banco 1 sensor 2
27	WH	Control de la válvula del solenoide de cambio 3-2
28	BK/WH	Señal A del interruptor del rango de la transmisión
29	TN/BK	Señal del interruptor de la presión del aceite
30	BK/WH	Control bajo del calefactor HO2S – banco 1 sensor 2
31	D-GN	Control bajo del calefactor HO2S – banco 1 sensor 1
32	TN	Señal baja HO2S – banco 1 sensor 1
33	-	Sin uso
34	L-BU/WH	Control IC 6
35	L-BU	Control IC 3
36	-	Sin uso
37	TN/BK	Control de la válvula solenoide del TCC
38	-	Sin uso
39	BN	Control alto del actuador del solenoide de posición árbol de levas
40	D-GN	Control IC 5
41	D-GN/WH	Control IC 4
42	RD/WH	Control IC 2
43	-	Sin uso
44	PU	Control IC 1
45-50	-	Sin uso
51	Gy	Señal del ciclo de trabajo del campo del generador
52-53	-	Sin uso
54	OG/BK	Baja referencia
55-56	-	Sin uso

CONECTOR 2: COLOR GRIS OSCURO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
57	YE/BK	Control de la válvula del solenoide de cambio 2-3
58	BK	Baja referencia
59	L-GN	Control de la válvula del solenoide de cambio 1-2
60-61	-	Sin uso
62	BK	Baja referencia
63	-	Sin uso
64	Gy	Referencia de 5-voltios
65	BK	Tierra

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Tabla 2.10. Pines del conector 3 del PCM

CONECTOR 3: COLOR BLANCO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
1	D-BU	Señal KS 1
2	RD	Señal de encendido del generador
3	Gy	Referencia de 5-voltios
4	PK/WH	Señal de emerger/sumergir del amortiguamiento
5-7	-	Sin uso
8	BK	Baja referencia
9	L-BU	Señal del sensor 2 de golpe
10	D-BU	Señal B del interruptor de presión de líquido de transmisión
11	-	Sin uso
12	YE	Señal B del interruptor del rango de la transmisión
13	WH	Señal P del interruptor del rango de la transmisión
14	PU	Control del relevador del solenoide de aire (K18)
15	-	Sin uso
16	BK/WH	Baja referencia
17	pk	Voltaje de ignición 1
18	RD	Referencia de 12-voltios
19	RD	Señal C del interruptor de presión de líquido de transmisión
20	Gy	Señal C del interruptor del rango de la transmisión
21	pk	Señal A del interruptor de presión del líquido de la transmisión
22	YE/BK	Señal del sensor de la TFT
23	Gy	Baja referencia
24	-	Sin uso
25	BN	Control de motor TAC – 2
26	YE	Control de motor TAC – 1
27	-	Sin uso
28	D-GN	Señal del sensor 1 TP
29	PK/BK	Baja referencia
30	PU	Señal del sensor 2 TP
31	Gy	Baja referencia
32-48	-	Sin uso
49	L-BU/BK	Referencia de 5-voltios
50	-	Sin uso
51	BN/WH	Señal del sensor de CMP
52-57	-	Sin uso
58	PU	Señal del interruptor de baja presión del aceite
59	BK	Baja referencia
60	Gy	Referencia de 5-voltios
61-65	-	Sin uso

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

2.5.2. MÓDULO DE CONTROL DE LA CARROCERÍA (BCM)

El módulo de control de la carrocería (BCM) realiza múltiples funciones de control. Originalmente viene ubicado en la parte posterior izquierda debajo del asiento trasero junto a la caja de fusibles posterior, para nuestro caso viene ubicado en el compartimento del tablero del banco de pruebas.

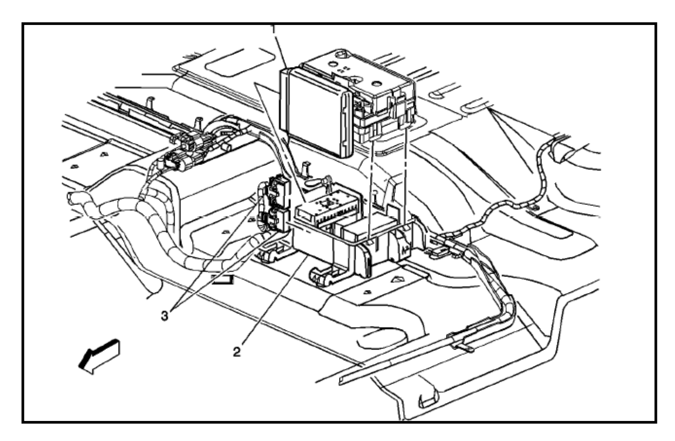
Es necesario utilizar este módulo ya que es el encargado de controlar el sistema inmovilizador del vehículo.

Rueda J. (2006) menciona que: "El sistema inmovilizador utilizado por GM permite que el PCM genere el funcionamiento del motor después de hacer la lectura del código secreto, el cual se encuentra grabado en el transponder existente en la llave de encendido." (p.794).

Hay que tener en cuenta que no todos los vehículos que encontramos en nuestro medio cuentan con este sistema de protección contra robos.

Además el BCM se encarga de controlar otras funciones como:

- Los seguros de las puertas
- El sistema de iluminación exterior e interior
- El sistema de eleva vidrios eléctrico



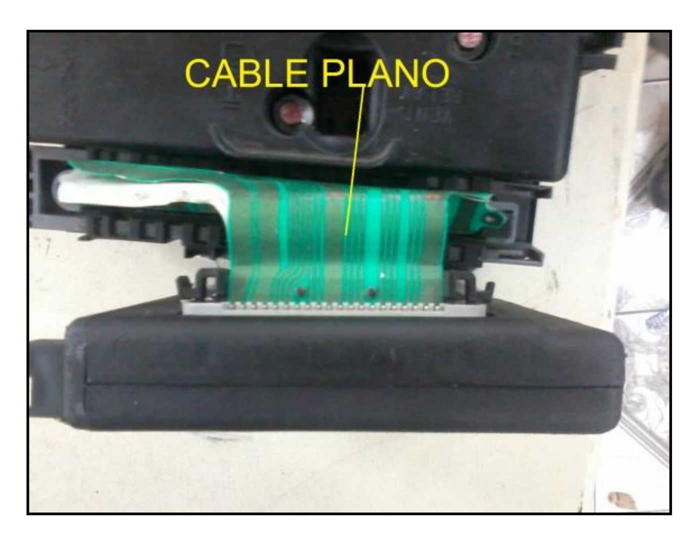
1. *Módulo de control de la carrocería BCM, 2. Bloque de fusibles trasero*

3. Conectores del módulo de control de la carrocería C1 y C2

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

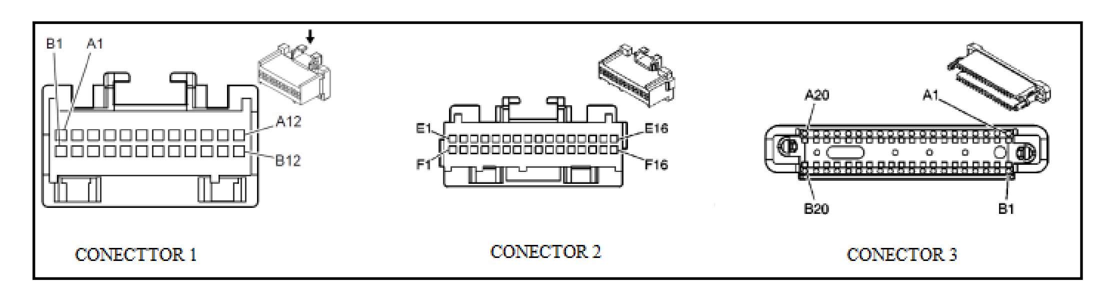
Figura 2.29. Módulo de control de la carrocería BCM

El BCM del Chevrolet TrailBlazer 4.2L cuenta con dos conectores uno de 24 pines, otro de 32 pines y un conector que es cable plano de 40 pines como se muestra en la figura 2.30. El conector 1 es de color gris oscuro, el conector 2 es de color crema y el conector 3 se puede distinguir por el cable plano ubicado entre la caja de fusibles posterior y el BCM. Este cable plano se asemeja a tener una placa electrónica.



Fuente: Los autores

Figura 2.30. Conector C3 del BCM



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.31. Conectores BCM

Tabla 2.11. Pines del conector 1 del BCM

CONECTOR 1: COLOR GRIS OSCURO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
A1	-	Sin uso
A2	WH	Control del relevador del lavaparabrisas del faro (CE4)
A3	OG	Voltaje positivo de la batería
A4	BK/WH	Control del relevador de los faros en luces altas
A5	PK/WH	Control del relevador de los faros en luces bajas
A6	pk	Referencia baja del sensor de inclinación (BAE)
A7-A8	-	Sin uso
A9	TN	Señal de baja del interruptor de la consola superior de la compuerta central (XUV)
A10-A11	-	Sin uso
A12	WH	Señal del sensor de luz ambiente
B1	L-GN	Datos seriales de clase 2
B2	BK	Baja referencia del sensor de luz ambiente
B3	L-GN	Control del relevador del lavaventana trasero (CD6)
B4	GY/BK	Baja referencia del interruptor de atenuación de las luces del panel de instrumentos
B5	Gy	Referencia de 5-voltios
B6	WH	Referencia de 12-voltios
B7	OG/BK	Voltaje de suministro de la luz de cortesía
B8	L-GN	Señal del control remoto del radio
B9	Gy	Señal del interruptor del limpiaventana trasero (CD6)
B10	YE	Señal del sensor del sistema de seguridad
B11	Gy	Señal del sensor de carga solar derecho
B12	L-BU/BK	Señal del sensor de carga solar izquierdo

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Tabla 2.12. Pines del conector 2 del BCM

CONECTOR 2: COLOR CREMA		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
E1-E2	-	Sin uso
E3	L-GN	Señal del interruptor de encendido llave adentro
E4	YE	Señal de luz intermitente de paso del interruptor de faro
E5	GY/BK	Señal de encendido del interruptor de la luz de estacionamiento
E6	PK/BK	Señal del interruptor de puerta de cofre entreabierta (UA2)
E7	pk	Control del indicador de faros encendidos
E8	BK	Baja referencia del sensor del sistema de seguridad
E9	RD/WH	Referencia de 12-voltios
E10	-	Sin uso
E11	D-GN/WH	Control del indicador y relevador de luz antiniebla (T96)
E12	BK	Control del relevador del claxon
E13	-	Sin uso
E14	TN	Indicador de anulación de luz de día
E15-E16	-	Sin uso
F1-F2	-	Sin uso
F3	D-GN	Señal del interruptor del limpiaparabrisas 2
F4	D-BU/WH	Señal de luces de cortesía encendidas
F5	BN/WH	Señal del interruptor del lavaparabrisas del faro (CE4)
F6	OG	Señal del interruptor de luces antiniebla delanteras (T96)
F7	L-BU	Señal del interruptor de luces antiniebla traseras (T79)
F8	L-GN	Señal del interruptor de anulación de DRL
F9	WH	Señal de faros encendidos del interruptor de los faros
F10	L-GN	Suministro de voltaje a los faros en luces altas
F11	PU	Señal del interruptor de anulación de las luces interiores
F12	D-BU	Señal del indicador de compuerta central entreabierta (XUV)
F13	pk	Señal de desactivación del interruptor del sensor de intrusión (BAE)
F14	YE	Datos seriales de clase 2
F15-F16	-	Sin uso

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Tabla 2.13. Pines del conector 3 del BCM

CONECTOR 3: CABLE PLANO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
A1	-	Voltaje positivo de la batería
A2	-	Voltaje positivo de la batería
A3	-	Señal del interruptor de puerta trasera derecha entreabierta
A4	-	Señal del interruptor del freno de estacionamiento
A5	-	Control de bloqueo de la puerta
A6	-	Control trasero izquierdo de bloqueo de la ventana eléctrica
A7	-	Sin uso
A8	-	Señal del interruptor de puerta izquierda trasera entreabierta
A9-A10	-	Sin uso
A11	-	Tierra
A12	-	Suministro de voltaje al RAP
A13	-	Control de desbloqueo de la puerta
A14	-	Control de relevador de la luz de estacionamiento
A15	-	Señal de activación del sensor eléctrico (BAE)
A16	-	Señal de datos del sensor de intrusión (BAE)
A17	-	Sin uso
A18	-	Voltaje de ignición 0
A19	-	Voltaje de ignición 1
A20	-	Voltaje de ignición 3
B1	-	Control de atenuación de la luces del panel de instrumentos
B2	-	Control de atenuación de la luces del panel de instrumentos
B3	-	Suministro de voltaje a las luces de cortesía
B4	-	Voltaje positivo de la batería
B5	-	Señal de subir trasera derecha del interruptor de ventana eléctrica
B6	-	Control trasero derecho de bloqueo de la ventana eléctrica
B7	-	Señal de bajar trasera derecha del interruptor de ventana eléctrica
B8	-	Señal de subir trasera izquierda del interruptor de ventana eléctrica
B9	-	Señal de bajar trasera izquierda del interruptor de ventana eléctrica
B10	-	Sin uso
B11	-	Tierra
B12	-	Suministro de voltaje a la luz de respaldo
B13	-	Voltaje positivo de la batería
B14	-	Señal de atenuación del LED
B15	-	Voltaje de los accesorios
B16	-	Sin uso
B17	-	Voltaje positivo de la batería
B18	-	Voltaje de suministro de la luz de cortesía
B19	-	Control del relevador e indicador de la luz antiniebla trasera
B20	-	Señal del sensor de inclinación (BAE)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

2.6. SENSORES

El motor GM Chevrolet TrailBlazer 4.2L viene equipado con los sensores siguientes descritos a continuación.

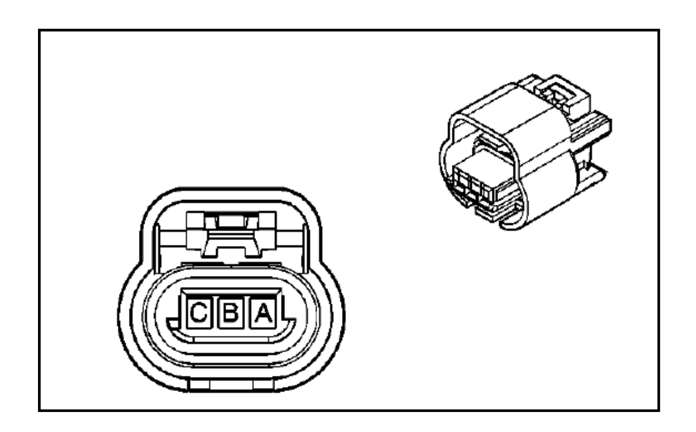
2.6.1. SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS (CMP)

Haynes J. (2008) menciona que: "El sensor de posición del árbol de levas (CMP) se acciona por medio de una rueda reluctora con muesca fabricada en la rueda dentada del árbol de levas de escape. El sensor CMP proporciona 6 pulsos de señal cada revolución del árbol de levas. Cada ranura de la rueda reluctora es de un tamaño diferente para la identificación individual del cilindro. Esto quiere decir que las señales de posición del cigüeñal y CMP son codificadas por ancho de pulso modulado para habilitar el módulo de control del tren motriz (PCM) con el fin de monitorear constantemente su relación. Esta relación se utiliza para determinar la posición del actuador del árbol de levas y controlar su fase en el valor correcto. El PCM también utiliza esta señal para identificar el movimiento de compresión de cada cilindro y para la inyección secuencial de combustible." (p.156).El sensor de este vehículo es tipo hall.



Fuente: Los autores

Figura 2.32. Sensor CMP



A. Referencia 12 V (RD) B. Señal (BN/WH) C. Baja referencia (PK/BK)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.33. Conector sensor CMP

2.6.2. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)

Haynes J. (2008) menciona que: "El sensor de posición del cigüeñal (CKP) es un generador de imán permanente, el cual se conoce como un sensor de reluctancia variable. El campo magnético del sensor es alterado por una rueda reluctora (dentada) montada en el cigüeñal que tiene siete ranuras trabajadas a máquina, 6 de las cuales tiene espacios iguales a 60 grados de separación.

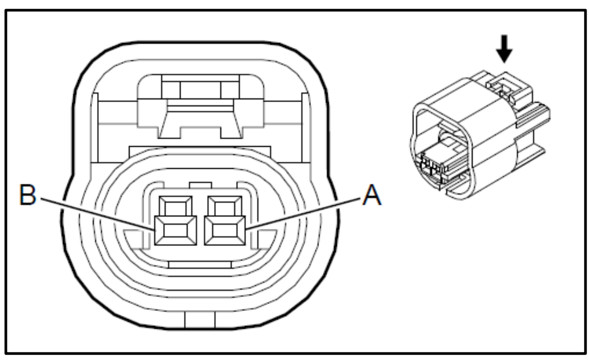
La séptima ranura está separada 10 grados después de una de las ranuras de 60 grados. El sensor CKP produce siete pulsos por cada revolución del cigüeñal. El pulso de la ranura de 10 grados se conoce como el pulso sincronizado. El pulso sincronizado se utiliza para sincronizar la secuencia de encendido de la bobina con la posición de cigüeñal". (p.185).

El número de dientes de la rueda varía dependiendo de la marca y modelo del vehículo, pero la función que cumple es la misma.



Fuente: Los autores

Figura 2.34. Sensor CKP



A. Baja referencia (PU) B. Señal (YE)

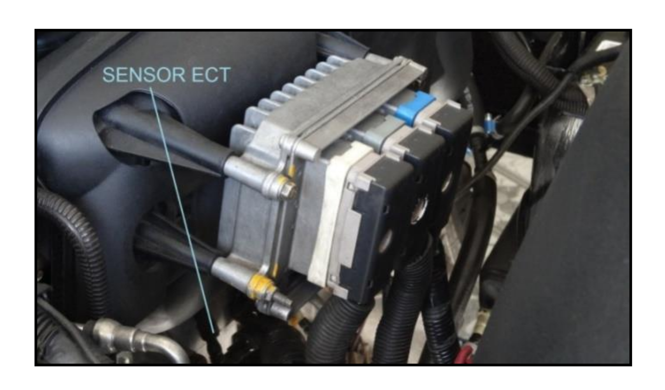
Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.35. Conector sensor CKP

2.6.3. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR (ECT)

Russell J. (2012) menciona que: "El sensor ECT es un termistor, que es un resistor bifilar variable sensible a la temperatura. Hay dos tipos de termistores: los que tienen un coeficiente de temperatura positivo (tipo PTC) y los que tienen un coeficiente de temperatura negativo (tipo NTC). Con un termistor PTC, la resistencia aumenta a medida que sube la temperatura del líquido enfriador, mientras que la resistencia de un termistor NTC cae a medida que la temperatura del líquido enfriador aumenta, este último es el utilizado en el Chevrolet

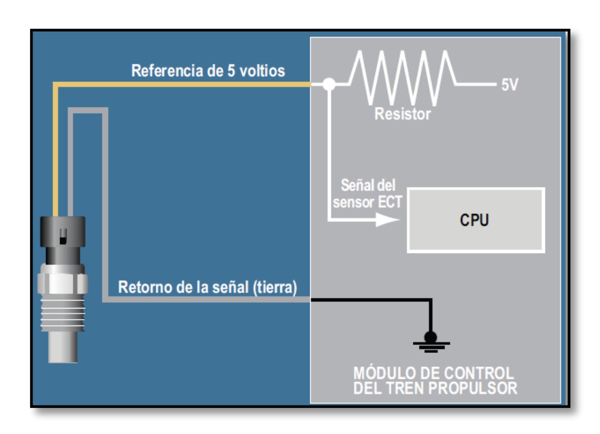
TrailBlazer 4.2L. El sensor ECT generalmente está montado cerca del termostato." (p.528). En la mayoría de vehículos se utilizan sensores tipo NTC.



Fuente: Los autores

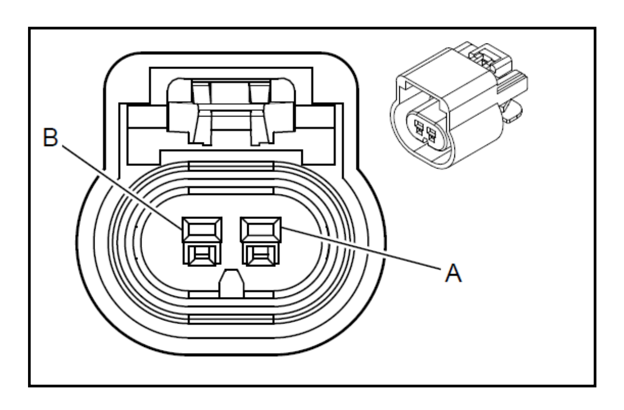
Figura 2.36. Sensor ECT

El sensor ECT utiliza un mismo cable para recibir una alimentación de 5V y enviar la señal al PCM.



Fuente: Delphi Automotive

Figura 2.37. Esquema sensor ECT



A. Señal (YE) B. Baja referencia (BK)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.38. Conector sensor ECT

2.6.4. SENSORES DE OXÍGENO (HO_2S)

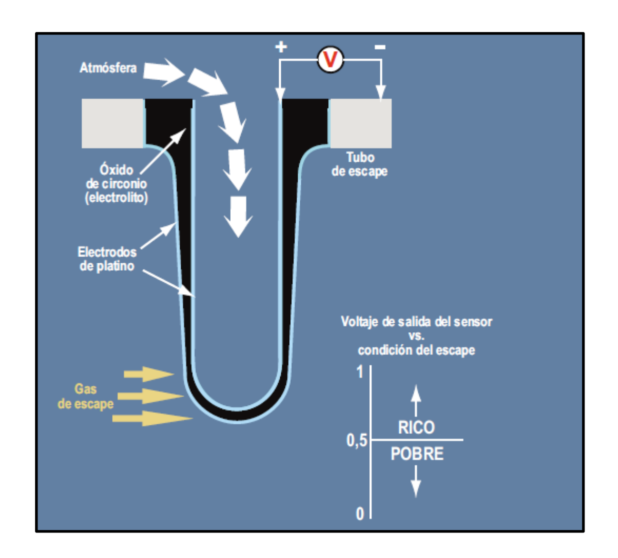
El sensor de oxígeno es el núcleo del sistema de control de combustible del vehículo. Como su nombre lo dice, se utiliza para detectar la cantidad de oxígeno de los gases de escape.

Un contenido alto de oxígeno indica que la mezcla de aire/ combustible es pobre, mientras que una cantidad baja indica una mezcla rica. Esta información es convertida en una señal eléctrica que la computadora utiliza para ajustar la relación aire/combustible. Este proceso se conoce como control de combustible de lazo cerrado.

Russell J. (2012) menciona que: "Entre los diversos tipos de sensores de oxígeno que se utilizan actualmente, el más común es el de circonio. Este dispositivo consta de una sección de electrolito (óxido de circonio) en forma de dedal, flanqueada por un par de electrodos de platino delgados microporosos. El sensor de O2 de circonio genera una señal eléctrica mediante la distribución de iones de oxígeno en los dos electrodos de platino. Un ion es un átomo cargado eléctricamente. Dado que los iones de oxígeno tienen un exceso de electrones, su carga es negativa. El platino sirve como catalizador para la reacción química y

como punto de conexión eléctrica. El electrodo interno está expuesto a la atmósfera (21% de oxígeno), mientras que el electrodo externo está expuesto al gas de escape. Una vez que el sensor de oxígeno alcanza la temperatura de funcionamiento (aproximadamente 315°C [600° F], los iones de oxígeno comienzan a acumularse a ambos lados del óxido de circonio, dentro de los electrodos de platino. Dado que el lado de la atmósfera del electrolito está expuesto a una mayor concentración de iones que el lado del escape, el electrodo interno se vuelve negativo con respecto al electrodo externo.

Esto resulta en la producción de un voltaje que varía entre cero y un voltio, según la cantidad de oxígeno que contenga el gas de escape. Un escape pobre produce voltajes inferiores a 500 milivoltios (0,5 V), mientras que un escape rico puede generar tanto como un voltio." (p.531).

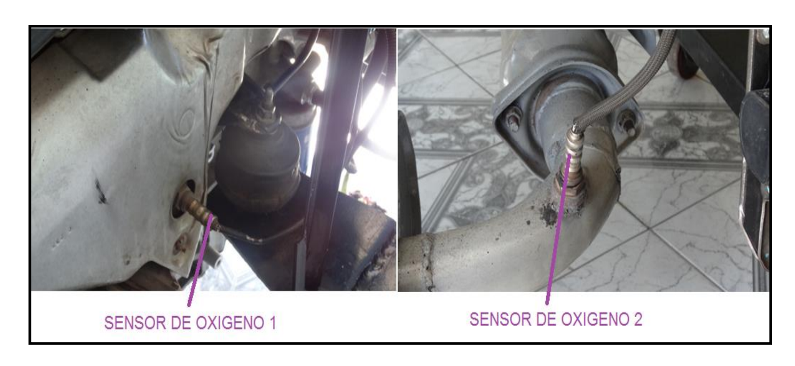


Fuente: Delphi Automotive

Figura 2.39. Esquema sensor de oxígeno

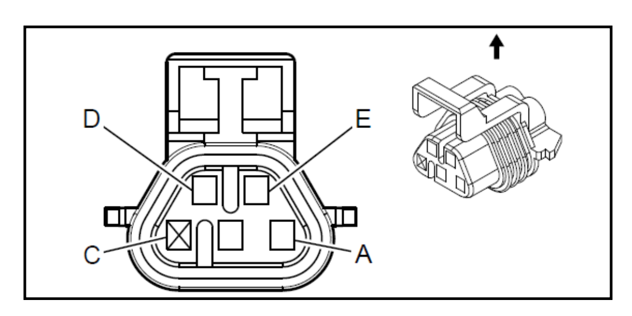
El sensor HO_2S tiene un calefactor interno el cual ayuda a que éste alcance su temperatura de funcionamiento en los arranques en frío.

El Chevrolet TrailBlazer 4.2L tiene 2 sensores HO_2S.



Fuente: Los autores

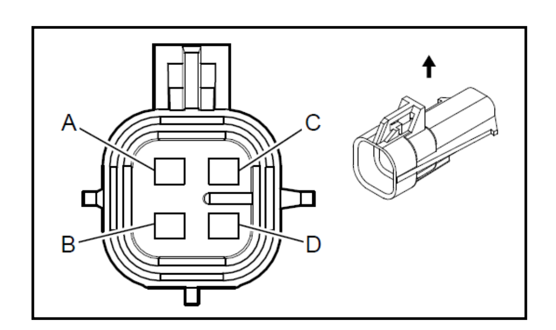
Figura 2.40. Localización sensores de oxígeno



A. Señal baja (TN) B. Señal alta (PU/WH) D. Alimentación (PK) E. Control bajo del calefactor (D-GN)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.41. Conector sensor HO_2S (1)



A. Señal baja (TN/WH) B. Señal alta (PU/WH) C. Control bajo del calefactor (BK/WH) D. Alimentación (PK)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.42. Conector sensor HO_2S (2)

2.6.5. SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DE ADMISIÓN (IAT)

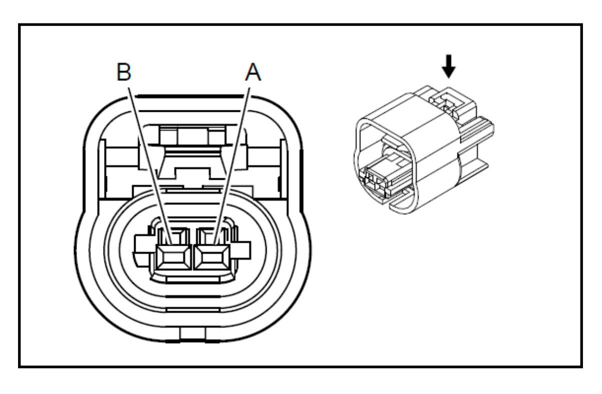
El sensor IAT mide la temperatura del aire en la admisión ubicándose en su ducto. La señal de este sensor se encarga de informar al PCM la temperatura promedio del aire ambiente ya sea en arranque en frío o caliente y sigue midiendo los cambios que se producen hasta que llegue al motor.

Bernal L. (2006) menciona que: "El PCM determina si el vehículo está siendo encendido en una condición de arranque en frío comparando las señales del sensor ECT con la señal del sensor IAT aproximadamente 8ºC de diferencia". (p.98)



Fuente: Los autores

Figura 2.43. Sensor IAT



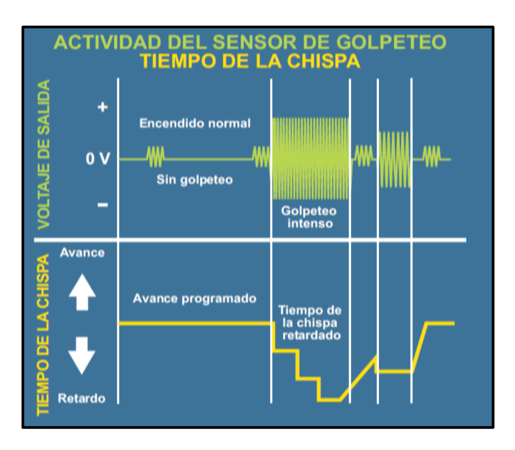
A. Señal (TN) B. Baja referencia (BK)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.44. Conector sensor IAT

2.6.6. SENSORES DE GOLPE (KS1) (KS2)

El sistema del sensor de golpe (KS) activa el módulo de control y regula la combustión para tener el mejor desempeño mientras protege el motor de niveles dañinos de detonación. El módulo de control utiliza el sistema KS para revisar si hay ruidos anormales en el motor que puedan indicar detonación, también conocido como golpe de chispa.

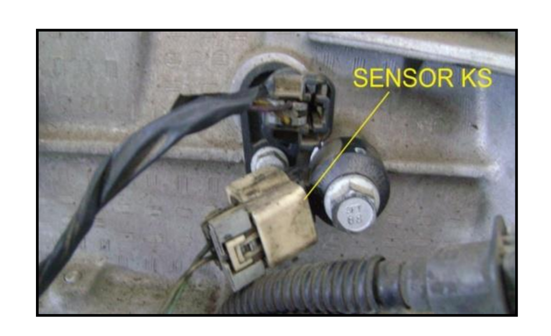


Fuente: Delphi Automotive

Figura 2.45. Onda del sensor KS

Haynes J. (2008) menciona que: “Este sistema de KS del Chevrolet TrailBlazer posee dos sensores con dos cables cada uno. El sensor utiliza tecnología de cristal piezo eléctrico que produce una señal de voltaje de CA de variación de amplitud y frecuencia con base en la vibración del motor y nivel de ruido.

La amplitud y la frecuencia dependen del nivel de golpe que detecte el KS. El módulo de control recibe una señal KS mediante un circuito de señal. La conexión a tierra del KS es suministrada por un módulo de control a través de un circuito de referencia baja.



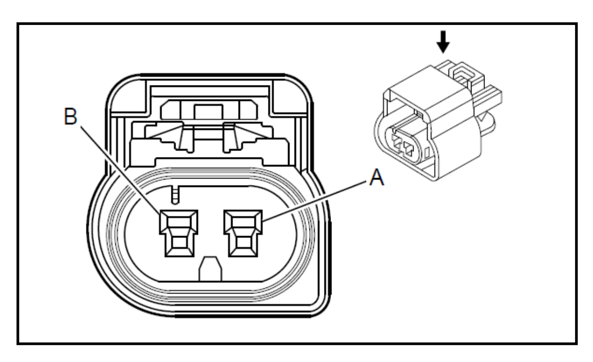
Fuente: Los autores

Figura 2.46. Sensor KS

El módulo de control aprende un nivel de ruido mínimo o ruido de fondo en ralentí desde el KS y utiliza valores calibrados para el resto de rangos de RPM. El módulo de control utiliza el nivel mínimo de ruido para calcular un canal de ruido. Una señal KS normal se desplazará dentro del canal de ruido. A medida que la velocidad del motor y carga cambian, los parámetros de ruido superior e inferior del canal de ruido cambiarán para acomodar la señal normal de KS, manteniendo la señal dentro del canal. Para determinar que cilindros están moviéndose, el módulo de control utiliza sólo información de señal KS cuando cada cilindro está cerca del punto muerto superior".(p 188).

El retardo de la chispa es de 6 grados aproximadamente, se puede dar en todos los cilindros del motor o también se realiza entre parejas de cilindros para el caso tratado en este trabajo el retardo seria (1-5, 3-6, 2-4).

Si PCM determina que el golpe existe, retrasará la regulación de encendido para intentar eliminar el golpe.



A. Señal (D-BU para KS delantero y L-BU para KS trasero)

B. Baja referencia (GY)

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.47. Conector sensor KS

2.6.7. SENSOR DE PRESIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN (MAP)

Russell J. (2012) menciona que: “El sensor MAP es un transductor trifilar que mide la presión dentro del múltiple de admisión. Cuando el motor está apagado, la presión del múltiple es la misma que la atmosférica: aproximadamente 103 kPa (15 psi) a nivel del mar. Cuando el motor está en marcha, la presión del múltiple es inferior debido a la succión que crean los pistones.

Durante el funcionamiento del vehículo, los cambios en la posición del acelerador y en la carga del motor tienen un efecto directo en la presión del múltiple. Esta relación le permite al PCM calcular el flujo de aire del motor basado en la señal del sensor MAP”. (p.535).

Este sensor generalmente se ubica sobre el múltiple de admisión.



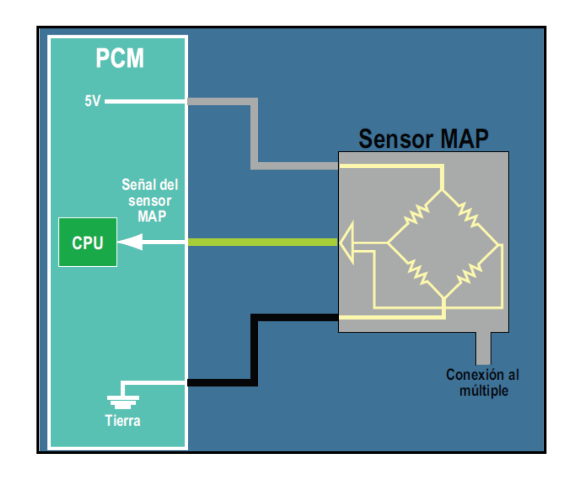
Fuente: Los autores

Figura 2.48. Sensor MAP

Russell J. (2012) menciona que: "El módulo de control del tren motriz envía una señal de 5 voltios al sensor MAP y monitorea el voltaje en la línea de la señal. Cuando el motor está funcionando, la baja presión en el múltiple de admisión hace que la señal del sensor MAP caiga aproximadamente 1 voltio." (p.536).

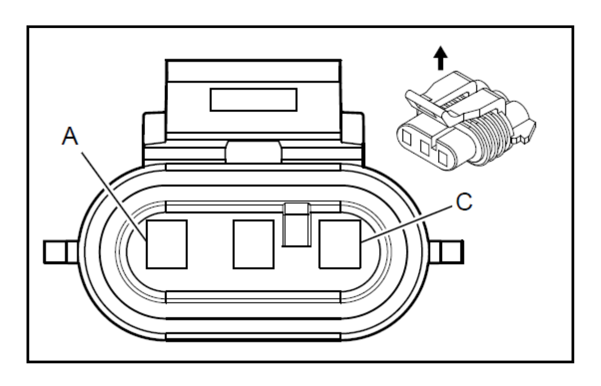
El PCM utiliza la señal de este sensor para:

- Controlar el combustible
- Distribuir el encendido
- Compensar la altitud
- Realizar pruebas de diagnóstico OBD-II
- Determinar los puntos de cambio en la transmisión (sólo en las transmisiones electrónicas)



Fuente: Delphi Automotive

Figura 2.49. Esquema sensor MAP



A. Baja referencia (OG/BK) B. Señal (L-GN) C. Referencia 5V (GY)

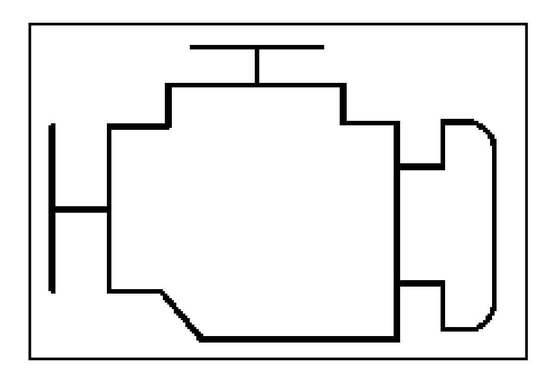
Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.50. Conector sensor MAP

2.7. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

Es el encargado de asegurar el buen funcionamiento del sistema de inyección del motor mediante el monitoreo de las señales enviadas desde los sensores hacia el módulo de control del tren motriz así como las señales de salida hacia los actuadores.

De existir algún problema se genera un código de falla el cual se almacena en la memoria RAM y se enciende la luz (check engine) en el tablero de instrumentos informando al conductor sobre la existencia de una falla en el sistema.
Cuando se produce una falla el PCM genera un código de falla DTC.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.51. Indicador de check engine

2.7.1. CÓDIGOS DE FALLA DTC

Un código DTC es representado por una letra y 4 números que nos guían hacia la falla que el sistema pueda tener así como a su ubicación.

Las letras pueden variar según donde se encuentre la falla tal como se muestra a continuación:

P = Motor y transmisión (Power Train)
B = Carrocería (Body)
C = Chasis (Chassis)
U = Red de comunicaciones (Network)

Para poder determinar cuál es el significado del código de falla se debe utilizar un escáner, al insertarlo en el conector de enlace de datos (DLC) del vehículo se

puede visualizar el problema del automotor, se recomienda utilizar el escáner original de la marca Chevrolet (GM-TECH 2).

Para este vehículo el fabricante establece tres tipos de códigos de falla como se muestra a continuación.

a. DTC tipo A

- El PCM enciende la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuanto se corre el diagnóstico y éste falle.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento en que falla el diagnóstico.   Esta información se almacena en el registro de fallas.

b. DTC tipo B

- El PCM enciende la luz indicadora de falla (MIL) durante el segundo ciclo de encendido consecutivo en que se ejecute y falle la prueba de diagnóstico.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento que falla el diagnóstico. La primera vez se guarda en el registro de fallas, la segunda vez se registra las condiciones de operación al momento de la falla. El PCM escribe las condiciones de operación y actualiza el registro de fallas.

Los códigos de falla tipo A y B tienen relación con las emisiones.

c. Condiciones para borrar DTC – Tipo A y tipo B

- El módulo de control apaga la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 4 ciclos de encendido consecutivos en que el diagnóstico se lleve a cabo y no presente problemas.
- El DTC existente se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.

- El historial de códigos de avería se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de exploración para apagar la MIL y borrar el DTC.

d. DTC tipo C

- El PCM almacena la información del código de falla, cuando se ejecuta el diagnóstico y éste falla.
- La luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) no se iluminará.
- El módulo de control del tren motriz registra y guarda las condiciones de operación en el momento que se produce la falla.
- En el panel de instrumentos se despliega un mensaje.

e. Condiciones para borrar DTC – Tipo C

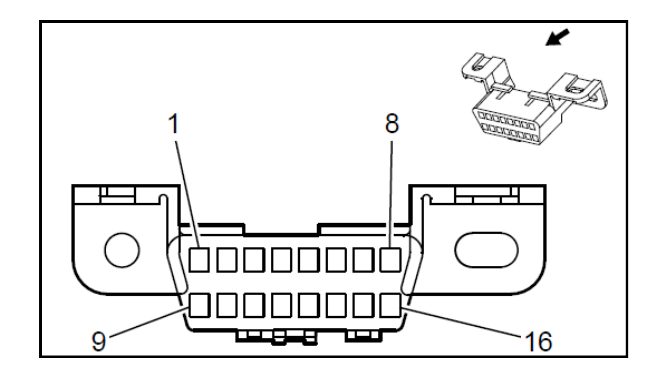
- El código de avería establecido se elimina cuando el diagnóstico se ejecuta y no encuentre anomalías.
- El historial de los DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por este o cualquier otro diagnóstico que no esté relacionado con las emisiones.
- Borre el DTC con una herramienta de exploración.

2.7.2. CONECTOR DE ENLACE DE DATOS DLC

El conector del vínculo de datos (DLC) es un conector de 16 pines que está estandarizado. El estándar de industria ordena el diseño y la ubicación del conector y es necesario que proporcione lo siguiente:

- Voltaje positivo de batería de la herramienta de exploración en el terminal 16.

- Conexión a tierra de la herramienta de exploración en el terminal 4.
- Conexión a tierra común de señal en el terminal 5.
- Señal clase 2 en la terminal 2.



Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.52. Conector DLC

Tabla 2.14. Pines conector DLC

CONECTOR DLC: COLOR NEGRO		
Terminal	**Color del Cable**	**Función**
1	-	Sin uso
2	PU	Datos seriales de clase 2 de DLC
3	-	Sin uso
4	BK	Tierra
5	BK/WH	Tierra
6-15	-	Sin uso
16	OG	Voltaje positivo de la batería

Fuente: Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer

2.7.3. DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO DE DATOS SERIALES CLASE 2

Haynes J. (2008) menciona que: “El conector de enlace de datos (DLC) permite que un escáner se comunique con el circuito de datos seriales de clase 2. Los datos seriales de clase 2 se transmiten en un cable sencillo a un promedio de 10.4 Kbps. Cada uno de los módulos del vehículo que se comunica en la línea de datos seriales clase 2 y envía un mensaje de buen estado (SOH) cada 2 segundos para asegurar que el módulo está operando apropiadamente, si la señal SOH se pierde,

otros módulos en la línea de datos seriales clase 2, que esperan recibir el mensaje SOH del módulo averiado, detectan su ausencia; estos módulos, a su vez, establecen un DTC interno asociado con la pérdida de SOH del módulo sin comunicación.

La línea de datos seriales de clase 2 en este vehículo tiene una configuración en estrella. El módulo de control del tren motriz (PCM) tiene un circuito de datos seriales adicional clase 2 en el BCM o el módulo de control antirrobos. Si uno de los circuitos de datos seriales clase 2 al PCM se abre, la comunicación no se interrumpirá". (p.210)

Los siguientes módulos se comunican en la línea de datos seriales de clase 2:

- BCM
- Módulo de interfaz de comunicación (OnStar®)
- Radio receptor digital
- Módulo de la puerta del conductor (DDM)
- Módulo del asiento del conductor (DSM)
- Reproductor de DVD
- Módulo de control electrónico de freno (EBCM)
- Módulo de compuerta trasera (EGM), para XUV
- Módulo de control de HVAC.

2.8. SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

El motor VORTEC 4200 del vehículo Chevrolet TrailBlazer 4.2L posee un sistema de inyección secuencial de combustible.

Santander J. (2003) menciona que: "En la inyección secuencial de combustible los inyectores son activados y desactivados por pulso uno a la vez en el mismo orden de encendido del motor". (p.235)

El módulo de control del tren motriz PCM controla los inyectores de combustible con base en la información que recibe de los sensores (IAT, MAP, ECT, HO_2S, CMP, CKP, APP) y así determinar la cantidad de combustible que suministra al motor.

El fabricante ha establecido diferentes modos de operación del sistema, los mismos que se describen a continuación:

a. Modo de arranque.

Al colocar el interruptor de encendido en la posición ON el PCM activa durante 2 segundos el relé de la bomba de combustible. Con esto se consigue elevar la presión en el sistema de combustible. EL PCM recibe las señales de los sensores de temperatura del refrigerante del motor (ECT), presión absoluta del múltiple de admisión (MAP) y la posición del acelerador (TP), con estos datos se calcula la relación aire/combustible. El sistema permanece en modo de operación hasta que el motor funciona de manera autónoma.

b. Modo en marcha.

Aquí se tiene dos condiciones las cuales son circuito abierto y circuito cerrado. Al encender el vehículo si la velocidad del motor se encuentra por encima de las RPM predeterminadas el sistema funciona en circuito abierto. El PCM ignora la señal del sensor de oxígeno HO_2S y calcula la relación aire/combustible en función de las entradas de los sensores ECT, MAP y TP. El sistema se mantiene en este modo de operación hasta que se cumplen las condiciones siguientes.

- El sensor de oxígeno HO_2S está lo suficientemente caliente para funcionar correctamente.
- El sensor de ECT está por encima de una temperatura especificada.

- Ha transcurrido una cantidad de tiempo específica después del arranque del motor.

Los valores específicos para las condiciones mencionadas anteriormente se encuentran almacenados en la memoria programable sólo lectura eléctricamente eliminable (EEPROM). El sistema empieza la operación en circuito cerrado después de alcanzar estos valores. En circuito cerrado, el módulo de control calcula la relación aire/combustible, el tiempo de encendido del inyector basado en la señal de varios sensores, pero principalmente del sensor de oxígeno HO_2S. Esto permite que la relación aire/combustible permanezca muy cerca de 14.7: 1 que es lo ideal.

c. Modo en aceleración.

Al presionar el pedal del acelerador el flujo de aire hacia los cilindros se incrementa. Para evitar una posible fluctuación el PCM aumenta el ancho de pulso de los inyectores para suministrar una mayor cantidad de combustible durante la aceleración. El módulo de control determina la cantidad de combustible requerida con base a las señales de los sensores TP, ECT, MAP y la velocidad del motor.

d. Modo de desaceleración.

Cuando se suelta el pedal del acelerador, se reduce el flujo de aire al motor. El PCM supervisa los cambios correspondientes en el los sensores TP y sensor MAP. El módulo de control corta el combustible totalmente si la desaceleración es muy rápida o durante períodos largos cuando el acelerador está cerrado.

e. Modo corrección de voltaje de batería.

Si el voltaje de la batería es bajo la chispa que en la bujía salta es débil por lo que el PCM la compensa de la siguiente forma:

- Incrementa la cantidad de combustible entregado
- Incrementa las RPM en vacío
- Incrementa el tiempo que el encendido se activa.

f. Modo de corte de combustible.

El módulo de control PCM corta la inyección de combustible para evitar daños en el motor y transmisión cuando se dan las condiciones siguientes:

- Encendido se encuentra inactivo, esto evita que el motor funcione.
- Encendido se encuentra activo pero no existe señal de referencia de encendido con ello se previene la inyección de combustible y explosiones en el motor.
- Velocidad del motor es demasiado alta, arriba de la línea roja.
- Cuando la velocidad del vehículo es demasiado alta.
- Al descender por una pendiente pronunciada con el pedal del acelerador suelto.

2.9. SISTEMA DE ACTUADOR DEL ÁRBOL DE LEVAS DE ESCAPE

El sistema del actuador de posición del árbol de levas se utiliza para mejorar el rendimiento del motor. Entre las mejoras que este sistema brinda se tiene: menores emisiones de escape, mejor economía de combustible, mayor estabilidad a bajas rpm. El sistema del actuador del árbol de levas de escape logra esto al controlar la cantidad de traslape de la válvula de escape y admisión.



Fuente: Los autores

Figura 2.53. Actuador del árbol de levas de escape

2.9.1. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ACTUADOR DEL ÁRBOL DE LEVAS DE ESCAPE

Haynes J. (2008) menciona que: "Este sistema es controlado por el módulo de control PCM enviando una señal de 12 V de ancho de pulso modulado al solenoide del actuador del árbol de levas para controlar la cantidad el flujo de aceite del motor del sincronizador de fase del árbol de levas. El aceite fluye para hacer que se adelante o retarde la leva.

El sincronizador de fase de la leva está conectado al árbol de levas y funciona hidráulicamente para cambiar el ángulo del árbol de levas en relación a la posición del cigüeñal". (p.217)

La computadora calcula la posición adecuada de la leva en función de los parámetros siguientes:

- Velocidad del motor.
- Presión absoluta del distribuidor (MAP).
- Ángulo indicado de la posición del acelerador (TP).
- Posición del cigüeñal (CKP).
- Posición del árbol de levas (CMP).

- Carga del motor.
- Presión barométrica (BARO).

La posición predeterminada del sincronizador es de 0 grados. El módulo de control del tren motriz PCM utiliza las siguientes entradas antes de empezar a controlar el sincronizador del árbol de levas.

- Temperatura del refrigerante del motor (ECT).
- Control de combustible de circuito cerrado.
- La señal de la ignición 1 (alimentación).
- Presión del aceite del motor.
- Estado del circuito del solenoide del actuador del árbol de levas.
- Presión barométrica (BARO).

2.10. SISTEMA DE INYECCIÓN SECUNDARIA DE AIRE

Pickerill K. (2013) menciona que: "Inmediatamente tras el arranque en frío de un motor de gasolina hasta la aplicación de la señal de la sonda Lambda se produce un elevada cantidad no deseada de emisiones nocivas de HC y CO". (p.22).

Este sistema contribuye con la reducción dichas emisiones en los arranques en frío, es decir cuando la temperatura del refrigerante está entre 3–50°C y la temperatura del aire de admisión es mayor a 1°C. La bomba de aire secundaria funcionara hasta que el sistema empiece a funcionar en circuito cerrado aproximadamente 30 segundos luego de arrancar el motor. Cuando se activa el sistema ingresa aire a presión hacia el múltiple de escape.

Pickerill K. (2013) menciona que: "Mediante la insuflación de aire ambiental rico en oxígeno al colector de escape ("aíre secundario") se produce allí una oxidación posterior ("combustión posterior") de las sustancias nocivas". (p.30)

El sistema cuenta con los siguientes componentes:

- **La bomba de aire.**

Se encarga de suministrar aire filtrado y presurizado hacia el flujo de los gases de escape.

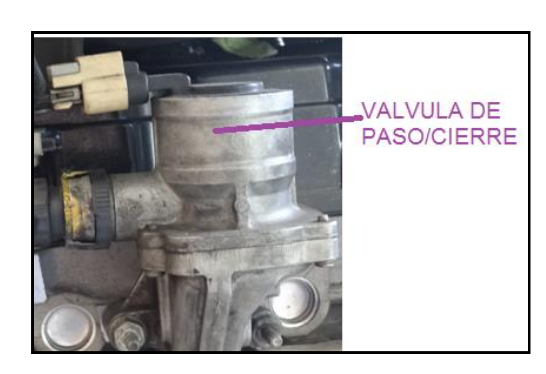


Fuente: Los autores

Figura 2.54. Bomba de aire secundario

- **La válvula de paso/cierre de aire.**

Es la que se encarga de permitir o bloquear el paso de aire hacia el múltiple de escape.



Fuente: Los autores

Figura 2.55. Válvula de paso/cierre de aire

2.11. SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO (COP)

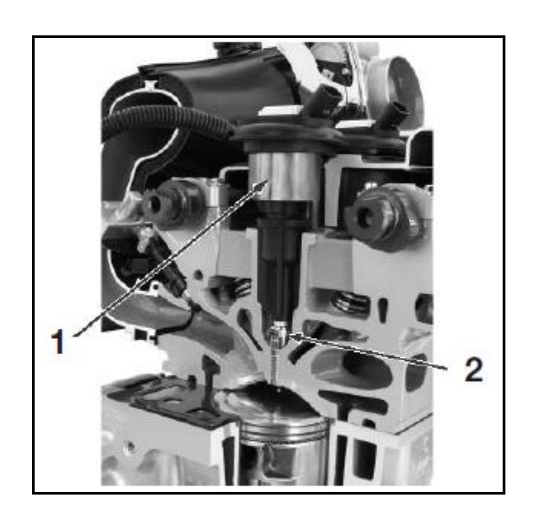
Haynes J. (2008) menciona que: "El sistema de encendido electrónico es el responsable de producir y controlar la chispa en cada una de las bujías ubicadas en los cilindros del motor. Esta chispa se usa para encender la mezcla de aire /combustible en el momento correcto. Esto suministra un desempeño óptimo, economía de combustible y control de emisiones de escape. Este sistema consta de una bobina independiente conectada directamente a cada bujía, conocida como bobina en la bujía (COP). Estas bobinas se encuentran en el centro de la cubierta del árbol de levas. Los módulos de control de cada bobina reciben instrucciones de encendido/apagado del módulo de control de tren motriz PCM. El PCM utiliza la información de posición y velocidad del motor de los sensores de posición del árbol de levas y del cigüeñal para controlar la secuencia de encendido y la regulación de la chispa". (p.238)

El sistema consiste de los siguientes componentes:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP).
- Sensor de posición del árbol de levas (CMP).
- Bobinas de encendido.
- Módulo de control del tren motriz (PCM).

2.11.1. BOBINA DE ENCENDIDO

Cada bobina de ignición tiene una alimentación y una tierra. El PCM suministra un circuito de control de encendido (IC). Cada bobina de ignición contiene un módulo de controlador de estado sólido como su elemento principal. El módulo de control del tren motriz (PCM) indica al controlador de bobina que inicie el encendido al aplicar una señal al circuito IC en el tiempo adecuado. Cuando la señal se suprime, la bobina enciende la bujía. Las bujías son de platino para mayor duración y rendimiento.



1. Módulo de la bobina 2. Bujía

Fuente: Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer

Figura 2.56. Corte bobina y bujía

2.11.2. MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Haynes J. (2008) menciona que: "Durante el funcionamiento normal, el módulo de control del tren motriz (PCM) controla el encendido. Si la señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP) o posición del árbol de levas (CMP) se pierde, el motor continuará funcionando debido a que el PCM está programado para lograr llegar al destino utilizando la entrada del sensor restante. Cada bobina está protegida internamente contra daños por el voltaje excesivo". (p.243)



Fuente: Los autores.

Figura 2.57. Bobinas de encendido

CAPÍTULO 3
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

El banco de pruebas para el sistema de inyección y encendido electrónico permite desarrollar una guía de diagnóstico con los códigos de falla que comúnmente estos sistemas presentan lo que facilita la localización y reparación

3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los mecánicos y técnicos automotrices deben conocer los pasos a seguir para diagnosticar y solucionar los problemas que presentan los sistemas de control electrónico de los vehículos actuales.
- El diagnóstico erróneo tiene como consecuencia tardanza en las reparaciones e incurre en gastos innecesarios de dinero por parte de los propietarios de los vehículos.
- Las instituciones de educación técnica y los talleres de servicio automotriz deben contar con los equipos y herramientas para el diagnóstico de averías de los sistemas de inyección y encendido electrónicos.
- El conocer sobre el significado de los diferentes códigos de avería permitirá realizar un rápido diagnóstico y poder dar solución al problema de manera eficiente.
- El entrenamiento en el diagnóstico y localización de averías de los técnicos automotrices mejora su capacidad para dar solución a los problemas que presentan los sistemas de inyección y encendido controlados electrónicamente por el PCM.

3.2. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

El Banco de pruebas del sistema de inyección y encendido electrónico del Motor GM- TrailBlazer 4.2L

Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Herramienta didáctica para simulación de fallas y códigos de avería del vehículo GM-TrailBlazer 4.2L	Tecnológica Académica	Número de SENSORES que posee el motor ≥ 5	¿Cuáles son los sensores necesarios para el funcionamiento del sistema?
		Número de señales que procesa el módulo de control del motor (PCM) ≥ 5	¿Cuál es el número de señales que recibirá el módulo de control del motor (PCM)?
		Módulos de control aplicado del banco = 2	¿Cuántos módulos de control utiliza el motor Chevrolet TrailBlazer para su funcionamiento?
		Programa de usuario y control para el banco =1	¿Qué tipo de programa se utilizará para el proyecto?

Fuente: Los autores

3.2.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Guía de diagnóstico con los códigos de falla que comúnmente estos sistemas presentan lo que facilita la localización y reparación

Tabla 3.2. Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Guía magnética para detección de fallas más comunes en los sistemas de inyección y encendido electrónico.	Tecnológica Académica	Precisión en localización de fallas= 90 %	¿Cómo se podría calificar el nivel de precisión en la detección de fallas en el sistema de inyección y encendido electrónico?
		Variable a ser modificadas mediante el ingreso de averías =14	¿Qué variables serán modificadas para establecer el sistema de diagnóstico y localización de averías?

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 4
CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

4.1. GENERALIDADES

El banco de pruebas fue implementado para el laboratorio de mecánica de patio el cual consta de un motor VORTEC 4.2L, que permite realizar el análisis de funcionamiento de los sistemas de inyección y encendido electrónico, conocer los elementos que lo componen y al mismo tiempo entrenarse en el diagnóstico de los códigos de avería que comúnmente presentan estos sistemas electrónicos.

4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA SOPORTE DEL BANCO

4.2.1 MEDICIÓN, CORTE, SOLDADURA Y PINTADO DE LA ESTRUCTURA

Tomando las medidas del motor se procedió a cortar y preparar los tubos para posteriormente unirlos mediante soldadura por arco eléctrico.

Con los procedimientos anteriores se construyó una estructura rectangular cuyas medidas son (141 x 57x 90) cm que se pintó de color negro.



Fuente: Los autores

Figura 4.1 Estructura del banco de pruebas

4.2.2. MONTAJE DEL MOTOR EN LA ESTRUCTURA

Con la estructura lista utilizando las bases originales del vehículo se procedió a montar el motor sobre la estructura metálica. Adicionalmente se adaptó una coraza en el volante de inercia la cual a su vez es utilizada como soporte para el motor.



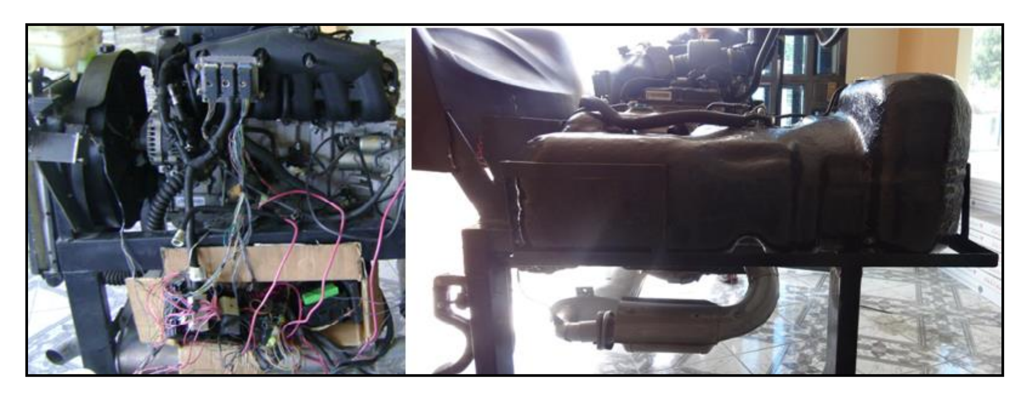
Fuente: Los autores

Figura 4.2 Montaje del motor en la estructura

4.2.3. ENSAMBLE DE LOS COMPONENTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

Para esto se ensambló el cableado y partes necesarias para el funcionamiento del motor: módulo de control del tren motriz PCM, módulo de control de la carrocería BCM, radiador, motor de arranque, alternador, pedal del acelerador, cuerpo de aceleración electrónico, múltiples de admisión y escape.

Además se realizaron modificaciones al tubo de escape y depósito del sistema de combustible para que su tamaño sea acorde al espacio disponible en el banco de pruebas. Finalmente fue modificado el tamaño de la banda de accesorios debido a que el sistema de aire acondicionado o fue utilizado para este trabajo, a causa de ello se colocó una banda más pequeña.



Fuente: Los autores

Figura 4.3 Ensamblaje de los componentes necesarios para el funcionamiento del motor

Posteriormente se construyó un tablero de fibra de vidrio el cual es utilizado para colocar el tablero de instrumentos del vehículo, el interruptor de encendido, el conector de enlace de datos DLC y el sistema eléctrico.



Fuente: Los autores

Figura 4.4 Tablero de fibra de vidrio

4.2.4. ACABADO

Una vez ensamblados los componentes con el motor funcionando de manera correcta se acomodó el cableado utilizando taipe y forros para cubrir y proteger el

cableado, adicionalmente se aseguraron las cajas de fusibles dentro de los compartimentos del tablero.

Para darle un buen acabado a nuestro trabajo utilizando pintura acrílica procedimos a pintar tanto la estructura metálica como la fibra de vidrio con el fin de proteger los materiales contra la corrosión para que éstos se conserven de la mejor manera con el pasar del tiempo.



Fuente: Los autores

Figura 4.5 Acabado y pintura finales

4.3. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES Y ACTUADORES

Con el motor en funcionamiento para realizar las mediciones y tomar los valores de funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema se utilizó un multímetro digital y un escáner marca LAUNCH y el osciloscopio OTC.

Adicionalmente los diagramas eléctricos de los sensores y actuadores fueron obtenidos utilizando el programa Livewire.

4.3.1. MEDICIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES CON EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO EN LA POSICIÓN "ON"

Se procedió a tomar los valores de voltaje de los sensores y actuadores del motor con la ignición conectada es decir en contacto con el interruptor de encendido colocado en la posición ON obteniéndose los valores mostrados en las tablas 4.1 y 4.2 respectivamente.

Tabla 4.1. Valores de sensores con la ignición conectada

SENSORES				
COMPONENTE	**TERMINAL**	**COLOR DE CABLE**	**VOLTAJE DE REFERENCIA (V)**	**VOLTAJE DE SEÑAL (V)**
SENSOR (APP)	A	PU	Baja referencia	-
	B	L-BU	-	4,3
	C	TN	5	-
	D	BN	Baja referencia	-
	E	D-BU	-	0
	F	WH/BK	5	-
SENSOR (CMP)	A	RD	12	-
	B	BN/WH	-	0
	C	PK/BK	Baja referencia	-
SENSOR (CKP)	A	PU	Baja referencia	-
	B	YE	-	2
SENSOR (ECT)	A	YE	-	5
	B	BK	Baja referencia	-
SENSOR DE PRESIÓN TANQUE DE COMBUSTIBLE (FTP)	A	BK	Baja referencia	-
	B	D-GN	-	0
	C	GY	5	-
SENSOR DE OXIGENO 1 (HO2S)	A	TN	-	0
	B	PU/WH	-	0
	D	PK/BK	12	-
	E	D-GN	Control para el calefactor	-
SENSOR DE OXIGENO 2 (HO2S)	A	TN/WH	-	0
	B	PU/WH	-	0
	C	BK/WH	Control para el calefactor	-
	D	PK	12	
SENSOR (IAT)	A	TN	-	5
	B	BK	Baja referencia	-
SENSOR (KS) 1	A	D-BU	-	0
	B	GY	Baja referencia	-
SENSOR (KS) 2	A	L-BU	-	0
	B	GY		-
SENSOR (MAP)	A	OG/BK	Baja referencia	-
	B	L-GN	-	0
	C	GY	5	-

Fuente: Los autores

Tabla 4.2. Valores de actuadores con la ignición conectada

ACTUADORES				
COMPONENTE	**TERMINAL**	**COLOR DE CABLE**	**VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (V)**	**MASAS, CONTROL DE LOS ACTUADORES Y VOLTAJES DE SEÑAL**
ACTUADOR (VVT)	A	BN	12	-
	B	BK	-	Baja referencia
SOLENOIDE DE PURGA (EVAP)	A	PK	12	-
	B	D-GN/WH	-	Control del solenoide de purga
SOLENOIDE DE VENTEO (EVAP)	A	PK	12	-
	B	WH	-	Control del solenoide de venteo
INYECTORES (1-2-3-4-5-6)	A	PK	12	-
	B	BK, L-GN/BK, PK/BK L-BU/BK, BK/WH, YE/BK	-	Control de inyectores (1-2-3-4-5-6)
BOBINAS DE ENCENDIDO (1-2-3-4-5-6)	A	PK	12	5
	B	PU, RD/WH, L-BU, D-GN/WH, D-GN, L-BU/WH	-	Control de bobinas (1-2-3-4-5-6)
	C	BK	-	Masa
BOMBA DE COMBUSTIBLE	1	BK	-	Masa
	2	PU	-	5 V
	3	OH/BK	-	Baja referencia
	4	GY	12	
BOMBA SECUNDARIA DE AIRE	A	RD	0	-
	B	BK	-	Masa
CUERPO DE ACELERADOR ELECTRÓNICO	A	D-GN	-	0
	B	L-BU/BK	5	-
	C	BK	-	Baja referencia
	D	PU	-	5
	E	YE	-	12 V
	F	BN		12 V
	G	GY	5	-
	H	BK/WH	-	Baja referencia

Fuente: Los autores

4.3.2. VALORES DE FUNCIONAMIENTO PARA ARRANQUE EN FRIO

Los datos que a continuación se muestran fueron obtenidos en arranque en frío justo después de que el motor empieza a operar.

Estos dados nos dan una guía de cómo se comporta el sistema cuando se lo pone a funcionar en frio hasta que éste alcance su temperatura normal de funcionamiento que es de aproximadamente 90ºC.

Tabla 4.3. Valores generales para arranque en frio

Carga del motor.	30% a 40%
Tensión de encendido.	14,3 a 14,5 (V)
Velocidad del ventilador.	700 a 736 rpm.
Porcentaje de aire / combustible.	14,6:1
Porcentaje de apertura del TPS.	13%
Par motor.	3 a 14 (N.m)
Velocidad del motor 1500	rpm.

Fuente: Los autores

4.3.3. DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES Y ACTUADORES

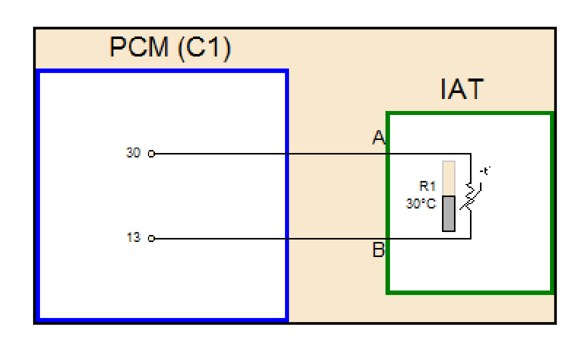
a. SENSOR IAT

Este sensor cuenta con dos cables: por el terminal A, el sensor recibe una alimentación de 5V desde la computadora y a su vez envía la señal que llega hasta el pin 30 del conector C1 del PCM. El pin B es utilizado para que el sensor se conecte a tierra a través del pin 13 del conector C1 del PCM.



Fuente: Los autores

Figura 4.6. Localización del sensor IAT



Fuente: Los autores

Figura 4.7. Circuito del sensor IAT

Tabla 4.4. Descripción del sensor IAT

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor IAT	Termistor	2	TN (Voltaje de señal)	En la toma de aire después del filtro
			BK (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.5. Valores del sensor IAT

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor IAT	15	Temperatura	^{0}C
	5	Voltaje de referencia	V
	4	Voltaje de señal	V
	4	Resistencia	kΩ

Fuente: Los autores

Utilizando la siguiente fórmula se puede obtener el voltaje de señal para cualquier valor de resistencia.

Ecuación 1. Fórmula para obtener el voltaje de señal del sensor IAT

$$Vs = \frac{(\mathrm{Ve} \times \mathrm{Rt})}{(Ri + Rt)}$$

Fuente: Los Autores

Dónde:

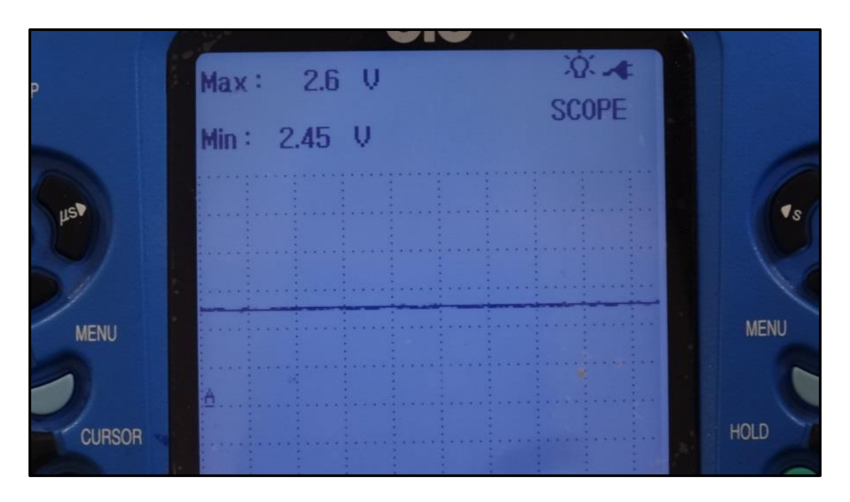
Vs = Voltaje de señal

Ve =Voltaje de entrada

Rt = Resistencia medida

Ri = Resistencia interna del PCM (1KΩ)

Para una resistencia del sensor IAT a 2000 Ω el voltaje de señal es 3.33 KΩ



Fuente: Los autores

Figura 4.8. Oscilograma del sensor IAT

El módulo de control del tren motriz utiliza la señal del sensor IAT para ajustar el nivel de combustible que inyecta, el tiempo de encendido y la velocidad del ventilador de enfriamiento.

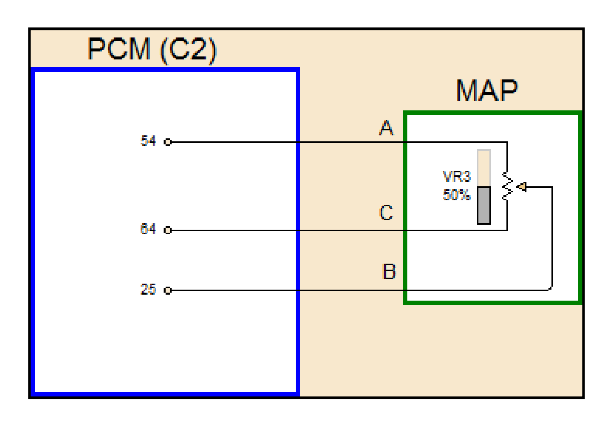
b. SENSOR MAP

El sensor MAP cuenta con tres cables los cuales están vinculados al conector C2 del PCM, donde: el pin A es usado para conectar a tierra el sensor a través del pin 54, por el pin C el sensor recibe una alimentación de 5V desde pin 64, finalmente por el terminal B el sensor envía la señal hacia el pin 25.



Fuente: Los autores

Figura 4.9. Localización del sensor MAP



Fuente: Los autores

Figura 4.10. Circuito del sensor MAP

Utilizando un multímetro se obtuvo el voltaje de señal enviado por el sensor, utilizando el scanner se obtuvo el valor de la presión barométrica. Con una bomba de vacío y un multímetro se midió la variación del voltaje de señal del sensor. Los valores se muestran en la tabla 4.7.

Tabla 4.6. Descripción del sensor MAP

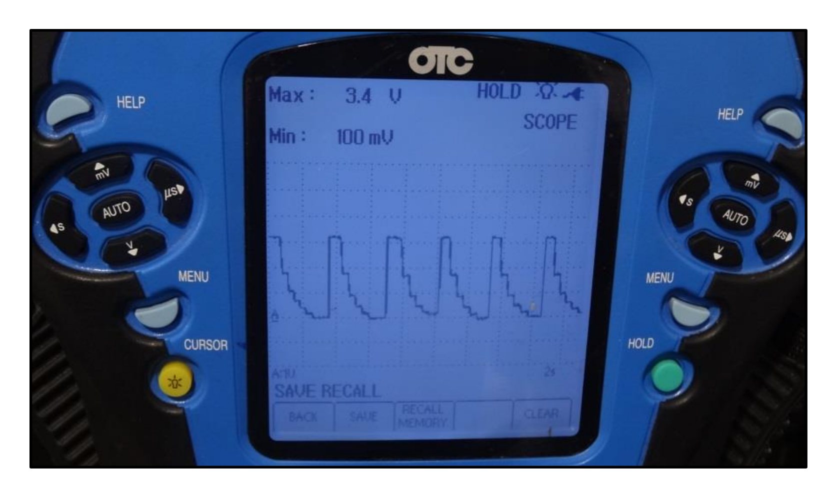
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor MAP	Piezo resistivo	3	OG/BK (Masa del PCM) L-GN (Voltaje de señal) GY (Voltaje de referencia)	En el múltiple da admisión

Fuente: Los autores

Tabla 4.7. Descripción del sensor MAP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor MAP	5	Voltaje de referencia	V
	3,35	Voltaje de señal a 72.3 kPa (presión atmósferica de latacunga)	V
	1,7	Voltaje de señal utilizando una bomba de vacío con 30 kPa	V
	0,9	Voltaje de señal utilizando una bomba de vacío con 50 kPa	V

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.11. Curva del sensor MAP

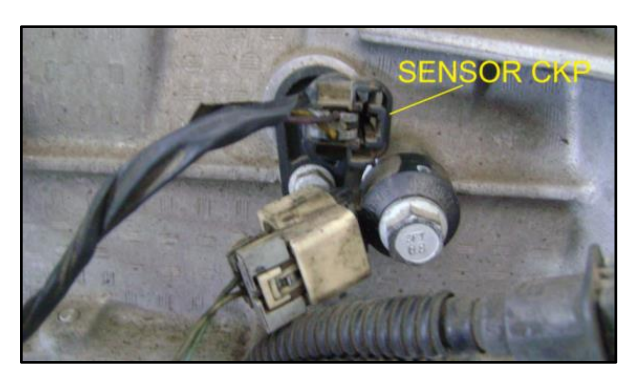
La señal del sensor MAP varía de 0 a 5 V en función de la variación de presión en el múltiple de admisión debido a la apertura del papalote de aceleración.

En la figura 4.11. se observa que el voltaje de señal disminuye al aplicarle vacio.

La presión barométrica varía en función de la locación del vehículo, en este caso como el banco de pruebas es estático la BARO obtenida no cambia su valor.

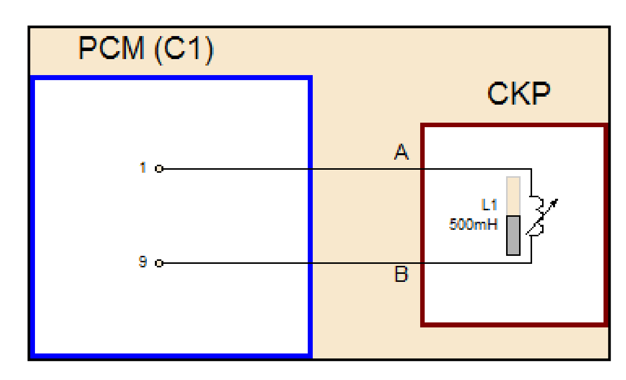
c. SENSOR CKP

El sensor CKP posee dos cables que van enlazados al conector C2 del PCM: terminal A va acoplado a tierra a través del pin 1, el pin B envía la señal hacia el pin 9.



Fuente: Los autores

Figura 4.12. Localización del sensor CKP



Fuente: Los autores

Figura 4.13. Circuito del sensor CKP

Tabla 4.8. Descripción del sensor CKP

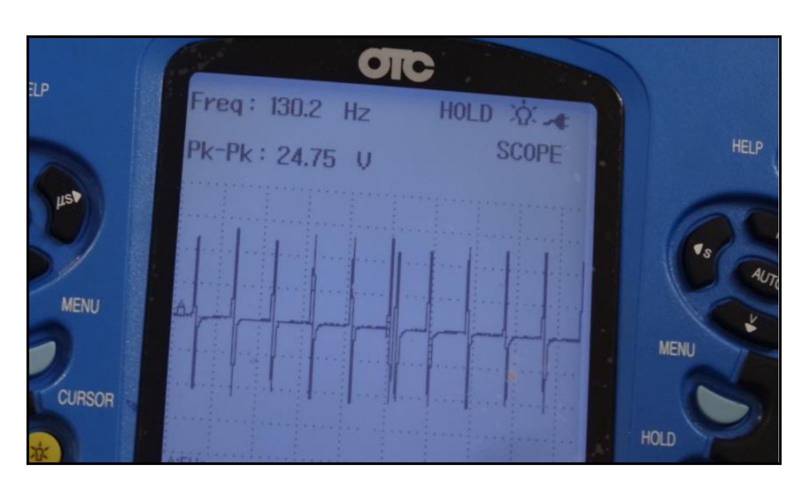
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor CKP	Inductivo	2	PU (Masa del PCM) YE (Voltaje de señal)	En la parte inferior a lado izquierdo del motor

Fuente: Los autores

Tabla 4.9. Valores del sensor CKP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor CKP	697	Resistencia	Ω

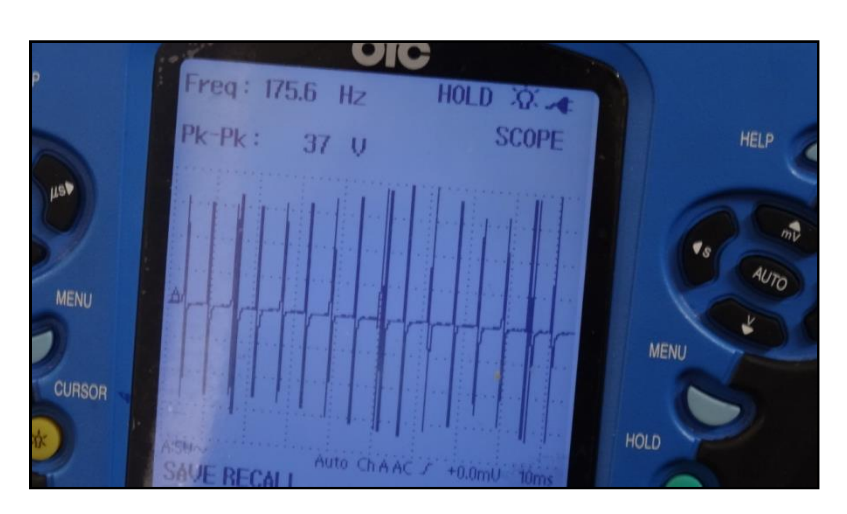
Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.14. Curva del sensor CKP en ralentí

En la figura 4.14 se tiene que la frecuencia de onda generada por el sensor es de 130.2 hz en un tiempo de 10 ms por cada división.



Fuente: Los autores

Figura 4.15. Curva del sensor CKP con el motor acelerado

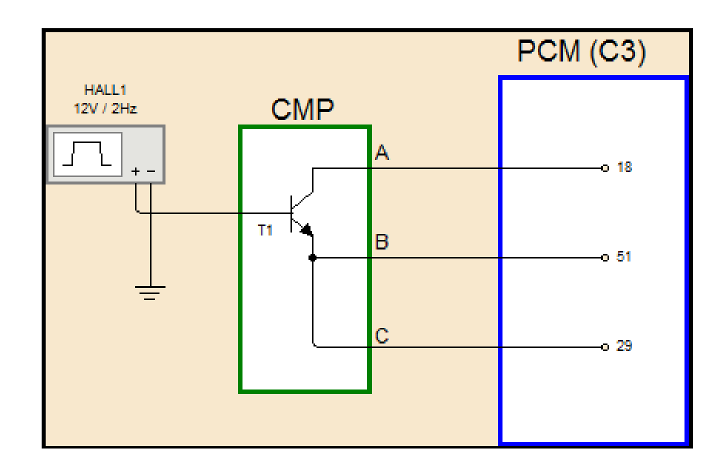
En la figura 4.15 se tiene que la frecuencia de onda generada por el sensor es de 175.6 hz en un tiempo de 50 ms por cada división.

El sensor CKP informa a la computadora la posición del cigüeñal. La rueda dentada de este motor cuenta con 7 ranuras, las figuras 4.14 y 4.15 se muestra que por cada vuelta del cigüeñal se producen 7 pulsos, siendo el séptimo el que se encarga de sincronizar el sistema de encendido indicándole al PCM que a partir de allí, se inicia un nuevo ciclo de encendido en el cilindro número 1 del motor.

A medida que las RPM aumentan la frecuencia de los ciclos es mayor.

d. SENSOR CMP

El sensor CMP es un sensor de efecto hall que tiene tres cables que van enlazados al conector C3 del PCM: el terminal A recibe un voltaje de referencia de 12 V desde el pin 18, el pin B envía la señal del sensor hasta el pin 51 y el pin C se conecta a tierra a través del pin 29.



Fuente: Los autores

Figura 4.16. Circuito del sensor CMP



Fuente: Los autores

Figura 4.17. Localización del sensor CMP

Tabla 4.10. Descripción del sensor CMP

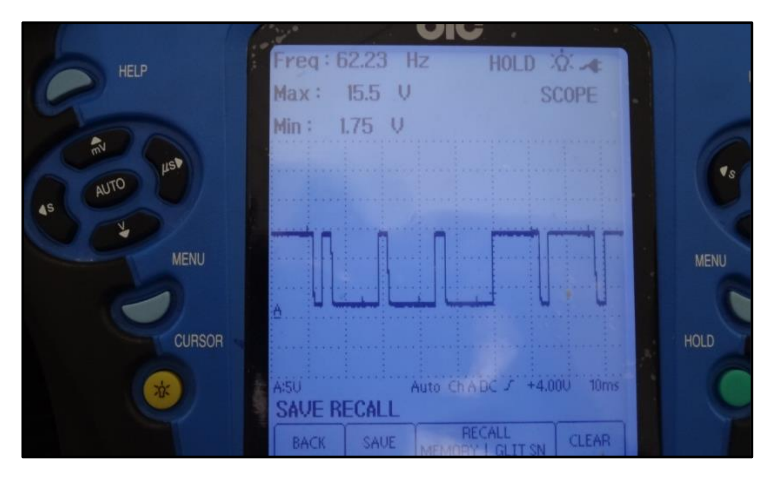
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor CMP	Hall	3	RD (Voltaje de referencia)	En la parte delantera a lado derecho del motor
			BN/WH (Voltaje de señal)	
			PK/BK (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.11. Valores del sensor CMP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor CMP	12	Voltaje de referencia	V

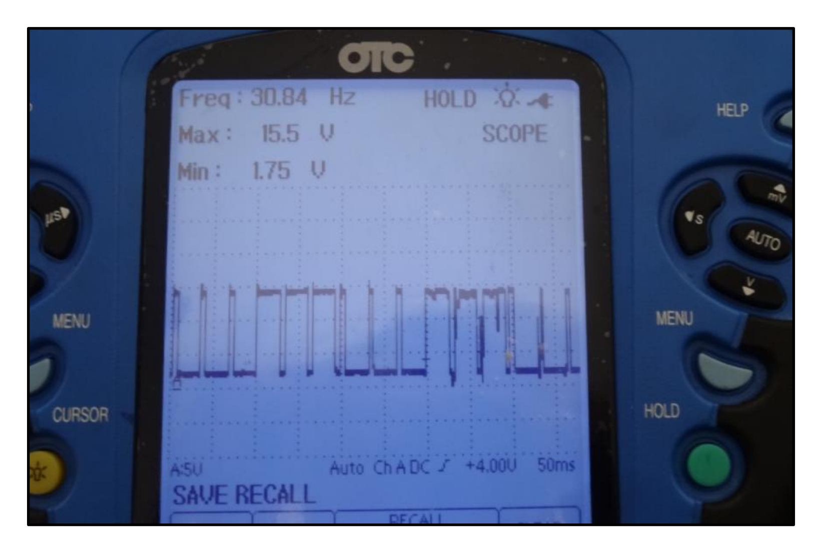
Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.18. Oscilograma del sensor CMP en marcha lenta

En la figura 4.18 se tiene que la frecuencia de onda generada por el sensor es de 62.23 hz en un tiempo de 10 ms por cada división.



Fuente: Los autores

Figura 4.19. Curva tomada del sensor CMP con el motor acelerado

En la figura 4.19 se tiene que la frecuencia de onda generada por el sensor es de 30.84 hz en un tiempo de 50 ms por cada división.

La señal del sensor CMP es utilizada por el PCM para identificar el movimiento de compresión de cada cilindro así como para regular la variación del actuador del árbol de levas de escape.

Por cada vuelta que da el árbol de levas son enviados 6 pulsos de señal. Cabe recalcar que las ranuras de la rueda dentada del árbol de levas tienen distinto tamaño para la identificación de cada cilindro.

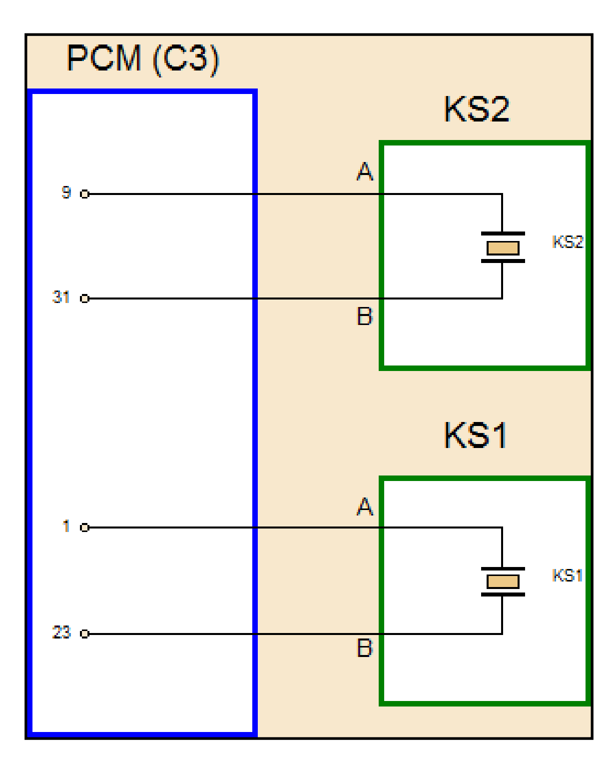
A medida que las RPM aumentan la frecuencia de los ciclos disminuye contrario a lo que sucede con el sensor CKP.

e. SENSOR KS

El motor del Chevrolet TrailBlazer cuenta con dos sensores de golpe en el lado izquierdo uno en la parte delantera del motor y otro en la parte posterior, ambos sensores cuentan con dos cables los cuales van unidos al conector C3 del PCM.

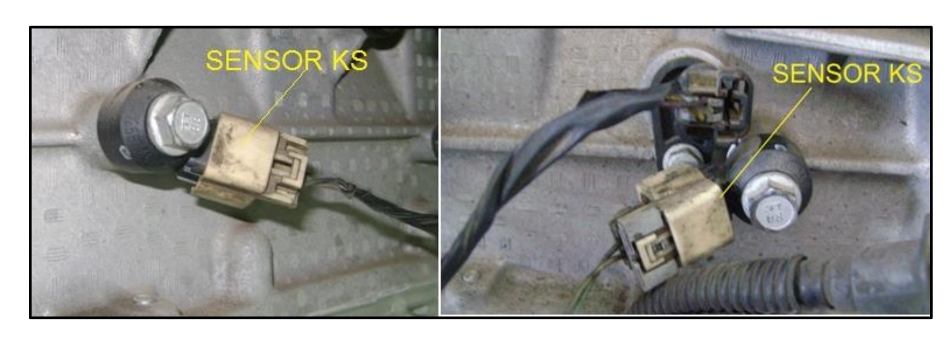
Para el sensor KS delantero el terminal A envía la señal por medio del pin 1, el pin B se conecta a tierra por el pin 23.

Para el sensor KS trasero el terminal A envía la señal por medio del pin 9, el pin B se conecta a tierra por el pin 31.



Fuente: Los autores

Figura 4.20. Circuito de sensores KS



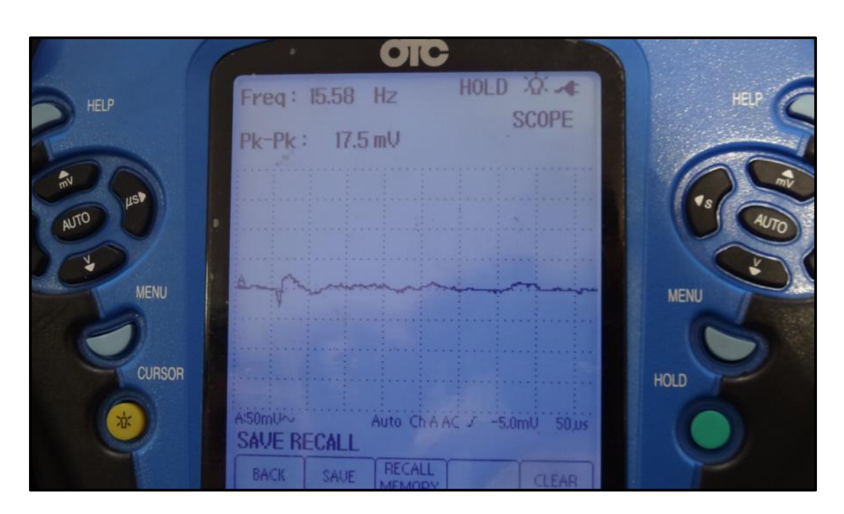
Fuente: Los autores

Figura 4.21. Localización de los sensores KS

Tabla 4.12. Descripción del sensor KS

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor KS1	Piezo eléctrico	2	D/BU (Voltaje de señal)	En la parte delantera a lado izquierdo del motor
			GY (Masa del PCM)	
Sensor KS1	Piezo eléctrico	2	L/BU (Voltaje de señal)	En la parte trasera a lado izquierdo del motor
			GY (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

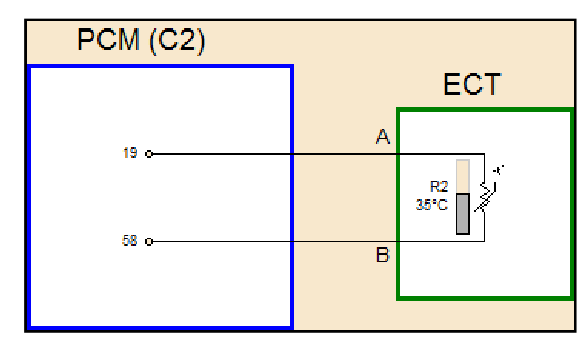
Figura 4.22. Curva del sensor KS

El golpeteo se produce cuando existe algún problema con los inyectores o por una defectuosa sincronización del encendido así como por el desgaste de los componentes internos del motor.

En la figura 4.22 se visualiza el oscilograma causado por el golpeteo que se produce al desconectar una bobina de encendido.

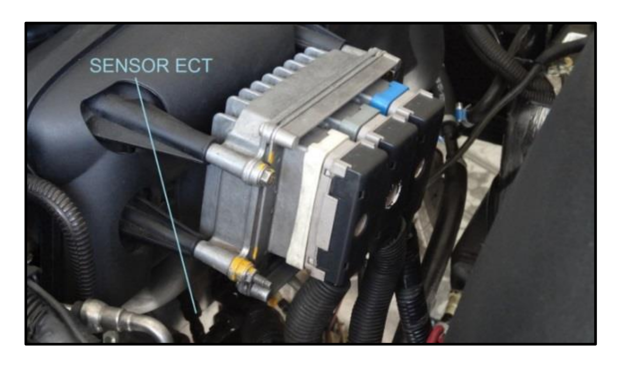
f. SENSOR ECT

El sensor ECT consta de dos cables los cuales se conectan al conector C2 del módulo de control del tren motriz, el pin A del sensor envía el voltaje de señal hacia el pin 19 y el terminal B hace masa en la pin 58.



Fuente: Los autores

Figura 4.23. Circuito del sensor ECT



Fuente: Los autores

Figura 4.24. Localización del sensor ECT

Tabla 4.13. Descripción del sensor ECT

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor ECT	Termistor	2	YE (Voltaje de señal)	En el lado izquierdo del motor debajo del PCM
			BK (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.14. Valores del sensor ECT

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor ECT	2	Voltaje de señal	V
	723	Resistencia	Ω
	58	Temperatura	^{0}C

Fuente: Los autores

g. SENSOR APP

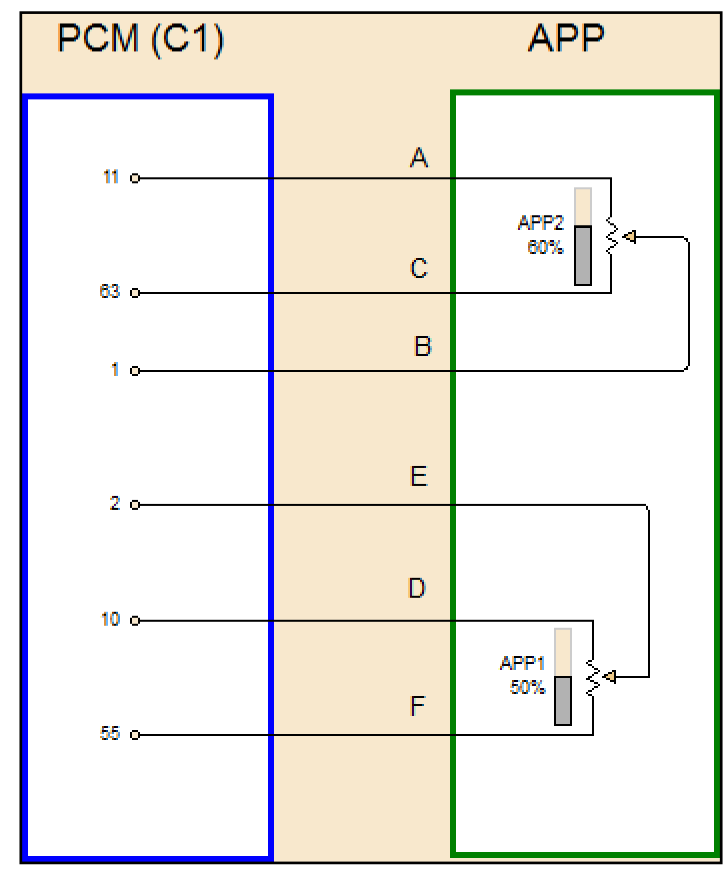
Internamente está compuesto por dos sensores APP individuales dentro de una carcasa. El mismo que cuenta con seis cables que van unidos al conector C1del PCM.

Al sensor APP1 le corresponden los siguientes terminales:

El terminal D conecta el sensor a tierra a través del pin 10. El pin E envía la señal del sensor hacia el pin 2. Por el pin F llega una alimentación de 5 V desde el pin 55.

Al sensor APP2 le corresponden los siguientes terminales:

El terminal A conecta el sensor a tierra a través del pin 11. El pin B envía la señal del sensor hacia el pin 1. Por el pin C llega una alimentación de 5 V desde el pin 63.



Fuente: Los autores

Figura 4.25. Circuito del sensor APP



Fuente: Los autores

Figura 4.26. Localización del sensor APP

Tabla 4.15. Descripción de los sensores APP

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor APP 1	Potenciómetro	3	BN (Masa del PCM)	En el pedal del acelerador
			D-BU (Voltaje de señal)	
			WH/BK (Voltaje de referencia)	
Sensor APP 2	Potenciómetro	3	PU (Masa del PCM)	En el pedal del acelerador
			L-BU (Voltaje de señal)	
			TN (Voltaje de referencia)	

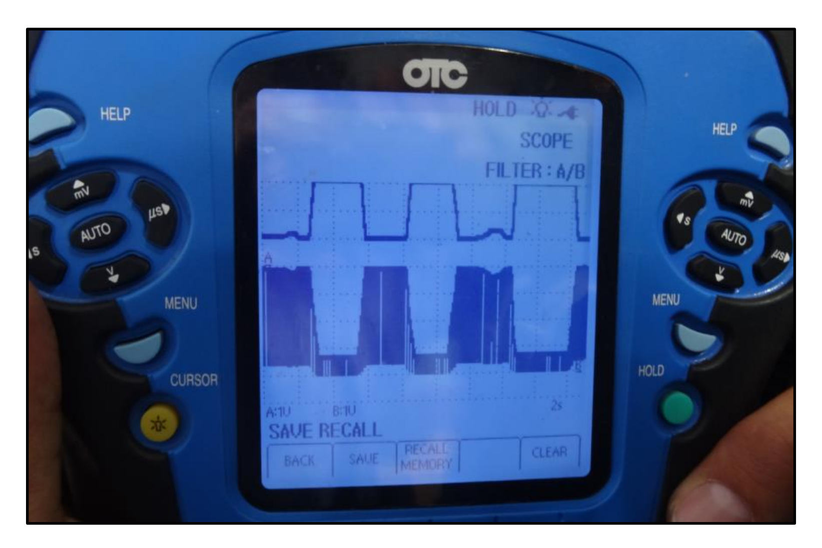
Fuente: Los autores

Tabla 4.16. Valores de los sensores APP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor APP 1	1,02	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
	4,33	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
	5	Voltaje de referencia	V
	4,97	Resistencia (entre D y F)	kΩ
	2,6	Resistencia (entre D y E)	kΩ
	5,56	Resistencia (entre E y F)	kΩ

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor APP 2	3,83	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
	0,67	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
	5	Voltaje de referencia	V
	5,23	Resistencia (entre A y C)	kΩ
	5,66	Resistencia (entre A y B)	kΩ
	2,56	Resistencia (entre B y C)	kΩ

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.27. Curvas de los sensores APP

Para éste vehículo se tiene que el voltaje de señal del sensor APP 1 se incrementa paulatinamente conforme se presiona el pedal del acelerador mientras que el voltaje de señal del sensor APP 2 disminuye conforme se presiona el pedal del acelerador.

h. CUERPO DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICO (TAC)

El Chevrolet TrailBlazer posee un cuerpo de aceleración controlado electrónicamente que cuenta con ocho terminales que van unidos al conector C3 del PCM.

El cuerpo de aceleración electrónica tiene internamente dos sensores TP.

Al sensor TP1 le corresponden los siguientes terminales:

El terminal C: conecta el sensor a tierra a través del pin 59, el pin A envía la señal del sensor hacia el pin 28. Por el pin G llega una alimentación de 5 V desde el pin 3.

Al sensor TP2 le corresponden los siguientes terminales:

El terminal H: conecta el sensor a tierra a través del pin 16, el pin D envía la señal del sensor hacia el pin 30. Por el pin B llega una alimentación de 5 V desde el pin 49.

Los dos terminales restantes son para control del motor que acciona el papalote de aceleración.

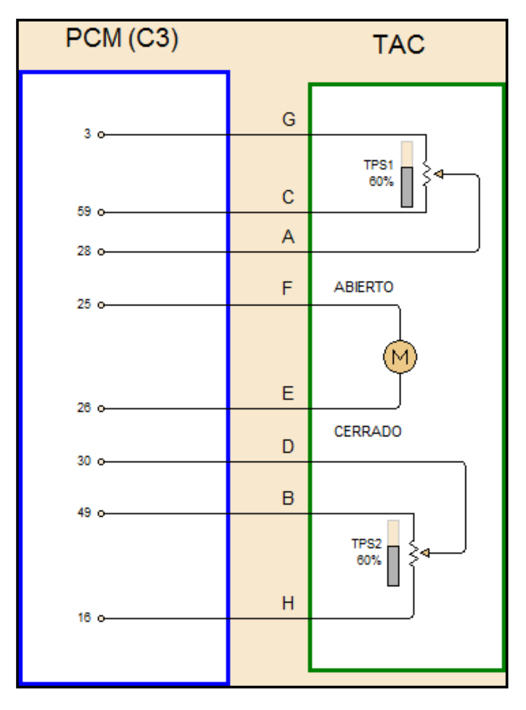
El terminal E: controla la apertura de la mariposa de aceleración y se conecta al pin 26 del PCM.

El terminal F: controla el cierre de la mariposa de aceleración y se conecta al pin 25 del PCM.



Fuente: Los autores

Figura 4.28. Localización del cuerpo de aceleración electrónico



Fuente: Los autores

Figura 4.29. Circuito del cuerpo de aceleración electrónico

Tabla 4.17. Descripción de los sensores TP

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor TP 1	Potenciómetro	3	D-GN (Voltaje de señal)	En el ensamble del cuerpo de aceleración
			GY (Voltaje de referencia)	
			BK (Masa del PCM)	
Sensor TP 2	Potenciómetro	3	PU (Voltaje de señal)	En el ensamble del cuerpo de aceleración
			L-BU/BK (Voltaje de referencia)	
			WH/BK (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.18. Valores de los sensores TP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor TP 1	3,57	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
	0,63	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
	5	Voltaje de referencia	V
	3,28	Resistencia (entre C y G)	kΩ
	3,89	Resistencia (entre A y C)	kΩ
	2,48	Resistencia (entre A y G)	kΩ

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor TP 2	1,35	Voltaje de señal con el acelerador suelto	V
	4,2	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
	5	Voltaje de referencia	V
	2,14	Resistencia (entre B y H)	kΩ
	1,38	Resistencia (entre D y H)	kΩ
	2,33	Resistencia (entre B y D)	kΩ

Fuente: Los autores

Tabla 4.19. Descripción del motor

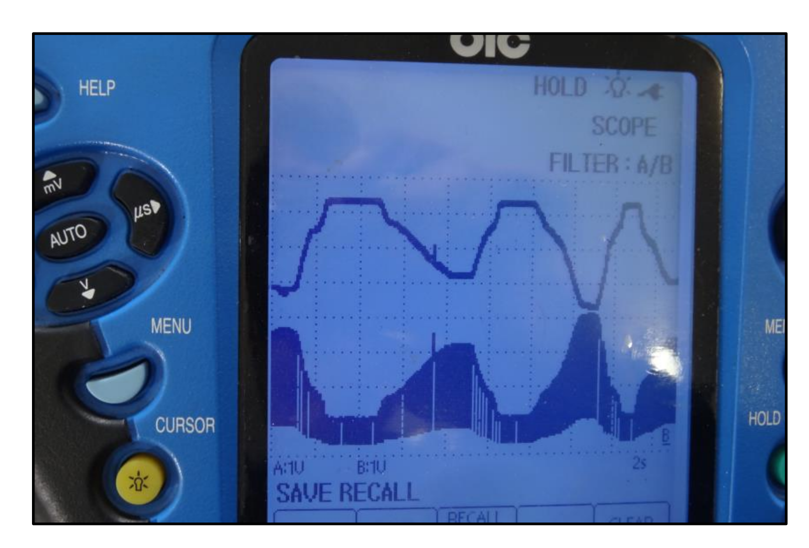
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Cuerpo de acelerador electrónico	Motor a pasos	2	YE (Control de motor)	Entre la toma de aire y el múltiple de admisión
			BN (Control de motor)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.20. Valores del motor del cuerpo de aceleración

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Motor cuerpo de acelerador	4,2	Resistencia (entre E y F)	Ω
	12	Voltaje	V

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.30. Curva de los sensores TP

Para éste motor se tiene que el voltaje de señal del sensor TP 1 se disminuye conforme se presiona el pedal del acelerador mientras que el voltaje de señal del sensor TP 2 aumenta conforme se presiona el pedal del acelerador.

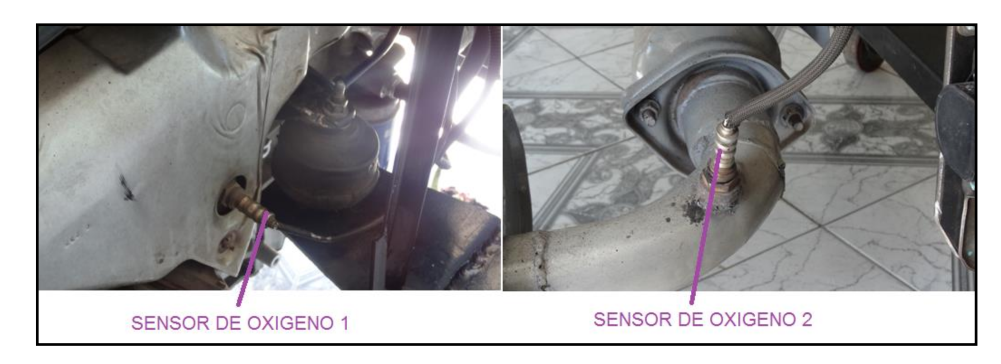
i. SENSORES HO_2S

El Chevrolet TrailBlazer posee dos sensores de oxígeno uno ubicado en el múltiple de escape y otro después del catalizador.

El sensor de oxígeno 1 cuenta con 4 cables que van unidos al conector C2 del módulo de control del tren motriz.

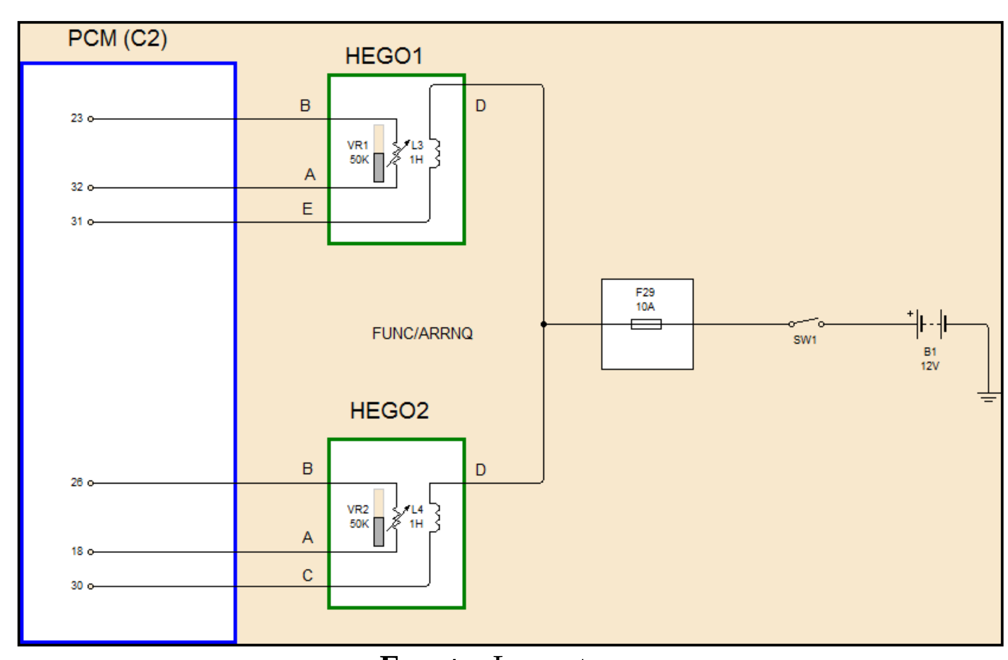
Para el sensor de oxígeno 1 se tiene:

- Terminal A envía la señal baja hacia el pin 32.
- Terminal B envía la señal alta hacia la salida 23.
- Terminal D corresponde a la alimentación del calefactor que recibe alimentación al colocar el interruptor de encendido en la posición ON.
- Terminal E está conectado al pin 31 para controlar del calefactor del sensor.



Fuente: Los autores

Figura 4.31. Localización de los sensores de oxígeno



Fuente: Los autores

Figura 4.32. Circuito sensores de oxígeno

Tabla 4.21. Descripción de los sensores lambda

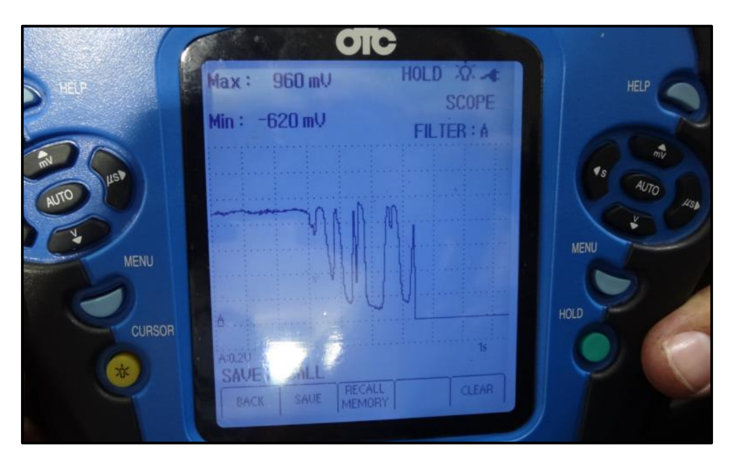
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor de oxígeno 1	De circonio con calefactor	4	TN (Voltaje de señal baja)	En el múltiple de escape
			PU/WH (Voltaje de señal alta)	
			PK (Voltaje de alimentación)	
			D-GN (Control del calefactor al PCM)	
Sensor de oxígeno 2	De circonio con calefactor	4	TN/WH (Voltaje de señal baja)	Después del catalizador
			PU/WH (Voltaje de señal alta)	
			PK (Voltaje de alimentación)	
			BK/WH (Control del calefactor al PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.22. Valores de los sensores lambda

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor de oxígeno 1	5,4	Resistencia del calefactor	Ω
NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sonda de oxígeno 2	5,4	Resistencia del calefactor	Ω

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

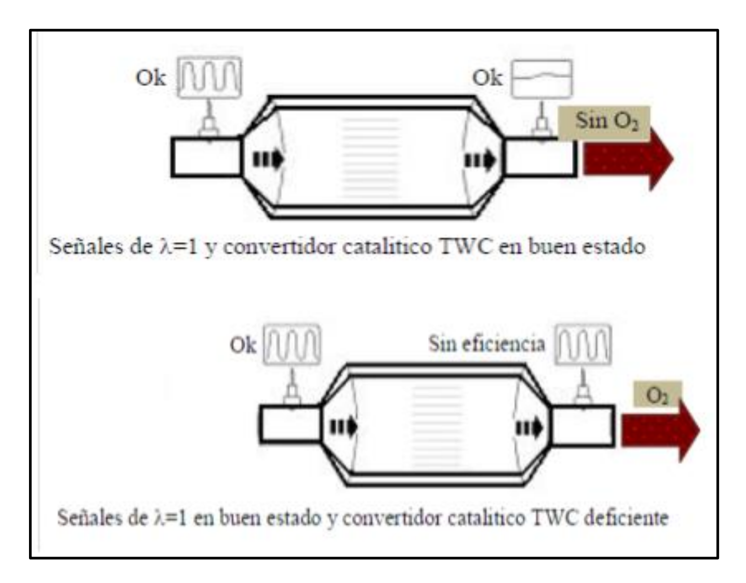
Figura 4.33. Curva del sensor de oxígeno

La sonda lambda varía los tiempos de pulso de inyección para que la combustión del motor trabaje con una señal de sonda lambda oscilante de -600 a 960 mV para mantener la mezcla siempre en estequiometria (λ=1).

El sensor de oxígeno 1 mide la cantidad de oxígeno contenida en los gases de escape producto de la combustión.

El sensor de oxígeno 2 mide la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape después de pasar por el catalizador, el PCM compara las señales para regular la inyección de combustible y mantener una mezcla igual a 14.7:1.

En el banco se tiene un catalizador defectuoso debido a que está vacío, si el convertidor catalítico se encontrara en óptimas condiciones el sensor de oxígeno 2 debería ser diferente como se muestra a continuación en la figura 4.35.



Fuente: Inyección electrónica de gasolina OBD II

Figura 4.34. Diferenciación del estado del catalizador

j. INYECTORES

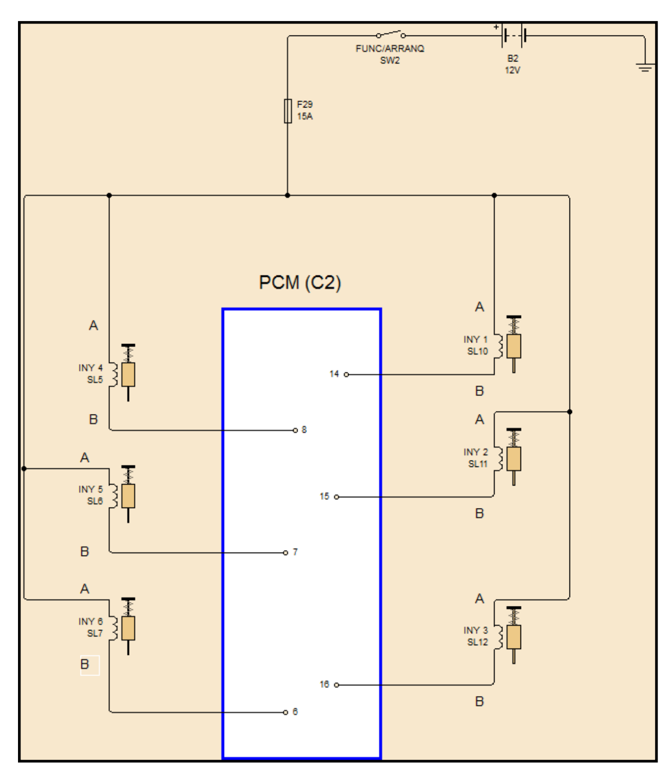
El Chevrolet TrailBlazer cuenta con 6 inyectores ubicados detrás del múltiple de admisión los cuales poseen dos terminales.

Cada inyector recibe por el terminal A una alimentación de 12 V cuando se coloca la llave de encendido en la posición ON. Por el pin B el módulo de control del tren motriz comanda cada uno de los inyectores que van conectados a los terminales 14, 15, 16, 8, 7 y 6 del conector C2 respectivamente.



Fuente: Los autores

Figura 4.35. Riel de inyectores



Fuente: Los autores
Figura 4.36. Circuito de los inyectores

Tabla 4.23. Descripción de inyectores

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Inyectores	Solenoide	2	PK (Voltaje de alimentación)	En el lado izquierdo del motor detrás del múltiple de admisión
			BK (Control inyector 1) L-GN/BK (Control inyector 2) PK/BK ((Control inyector 3) L-BU/BK (Control inyector 4) BK/WH (Control inyector 5) YE/BK (Control inyector 6)	

Fuente: Los autores

Utilizando la herramienta de exploración se obtuvieron los valores mostrados en la tabla 4.23.

Tabla 4.24. Datos de inyección

PARÁMETRO MEDIDO	VALOR	UNIDAD
Regulación de la inyección de corto alcance	-1	%
Regulación de la inyección de largo alcance	-100	%
Tiempo de apertura del inyector	2	ms

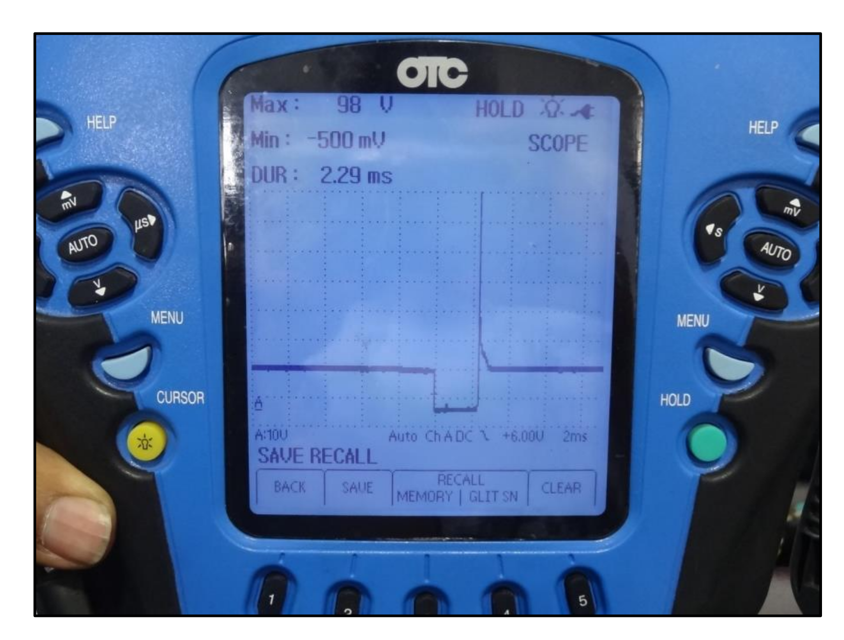
Fuente: Los autores

Los valores mostrados en la tabla 4.24 muestran que el módulo de control está disminuyendo la cantidad de combustible inyectado tanto a largo como a corto plazo. Adicionalmente se indica el tiempo de apertura de cada inyector.

Tabla 4.25. Valores de inyección

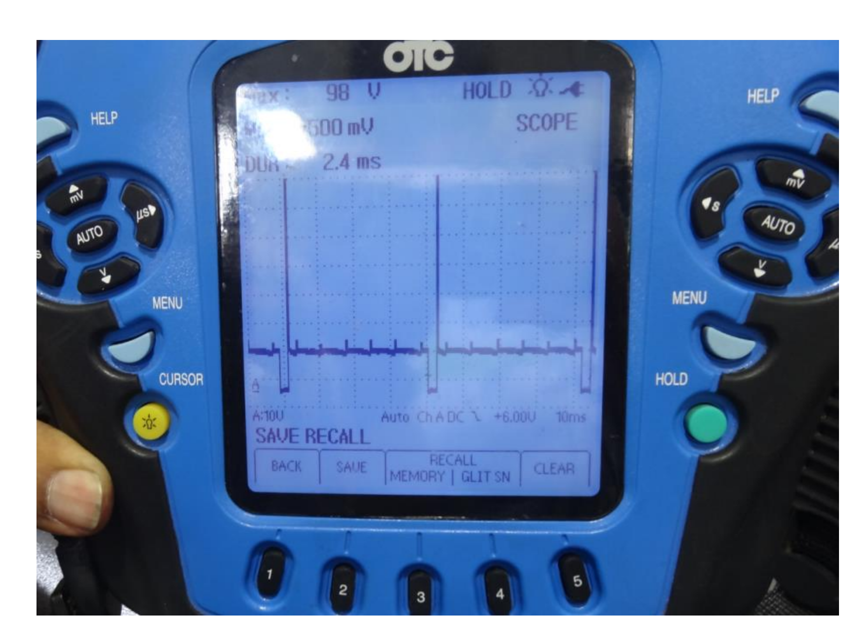
NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Inyector	14	Resistencia	Ω

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.37. Curva del inyector en ralentí



Fuente: Los autores

Figura 4.38. Curva del inyector con el motor acelerado

En las figuras 4.37 y 4.38 se muestran el oscilogramas de inyección donde se indica el tiempo de apertura del inyector número 6 que es de 2.29 ms y 2.4 ms en ralentí y al pisar el pedal del acelerador respectivamente.

k. BOBINAS DE ENCENDIDO

El Chevrolet TrailBlazer cuenta con 6 bobinas ubicadas sobre la cubierta del árbol de levas.

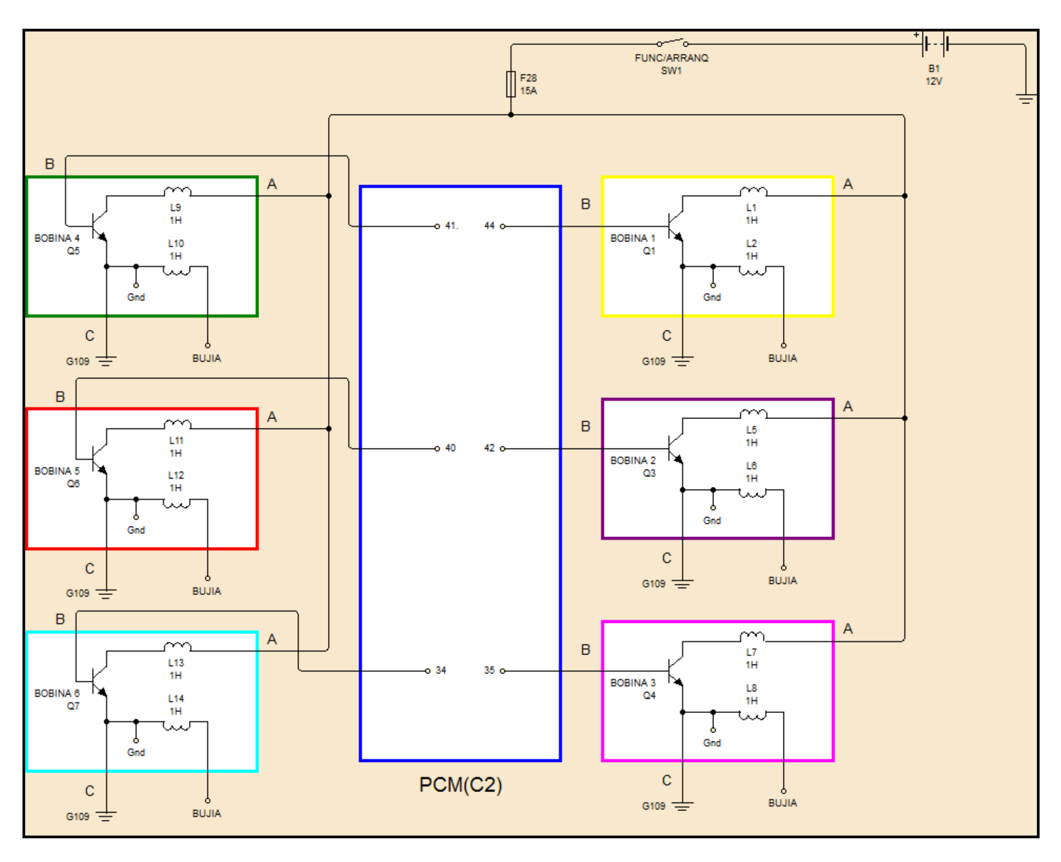
Cada bobina recibe por el terminal A una alimentación de 12 V cuando se coloca la llave de encendido en la posición ON.

Por el pin B el módulo de control del tren motriz comanda cada una de las bobinas que van unidos a los terminales 44, 42, 35, 41, 40 y 34 del conector C2 respectivamente.



Fuente: Los autores

Figura 4.39. Localización de las bobinas de encendido.



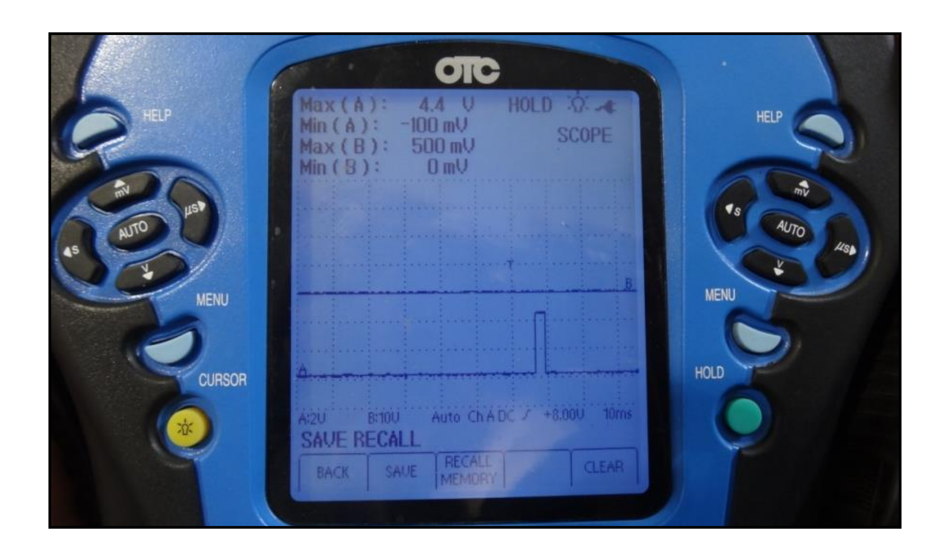
Fuente: Los autores

Figura 4.40. Circuito de encendido

Tabla 4.26. Descripción de bobinas

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Bobina	Cop	3	PK (Voltaje de alimentación) BK (Tierra) PU (Control bobina1) RD/WH (Control bobina 2) L-BU (Control bobina 3) D-GN/WH (Control bobina 4) D-GN(Control bobina 5) L-BU/WH (Control bobina 6)	Sobre la cubierta del árbol de levas

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.41. Voltaje de activación de la bobina

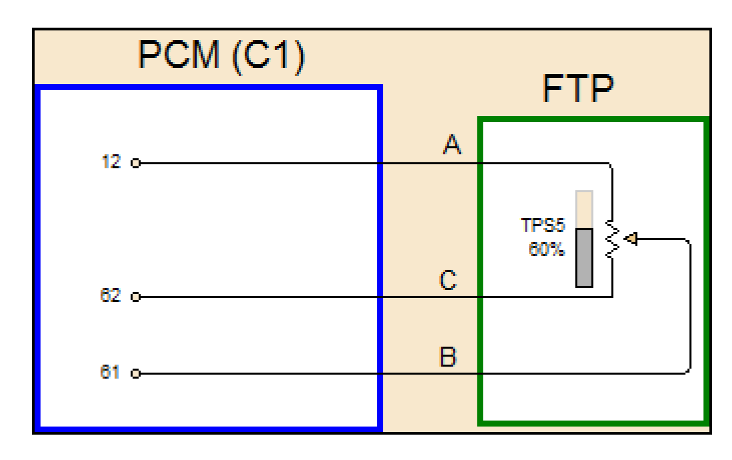
l. SENSOR FTP

El sensor de presión de combustible cuenta con 3 terminales que se conectan al conector C1 del PCM. El pin A el sensor hace tierra por medio del terminal 12 del módulo de control, la señal del sensor es enviada desde el terminal B hacia el terminal pin 61 finalmente por el terminal C el sensor toma el voltaje de referencia desde el pin 62 del PCM.



Fuente: Los autores

Figura 4.42. Localización del sensor FTP



Fuente: Los autores

Figura 4.43. Diagrama eléctrico del sensor FTP

Tabla 4.27. Descripción del sensor FTP

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Sensor FTP	Piezo resistivo	3	BK (Masa del PCM)	En el ensamble de la bomba de combustible
			D-GN (Voltaje de señal)	
			GY (Voltaje de referencia)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.28. Valores del sensor FTP

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Sensor FTP	1,41	Voltaje de señal	V
	5	Voltaje de referencia	V

Fuente: Los autores

m. SOLENOIDE EVAP

El sistema cuenta con dos electroválvulas ubicadas en el lado izquierdo del motor las mismas poseen 2 terminales que se unen al conector C2 del PCM. El terminal A recibe alimentación desde el fusible número 26 y a través del pin B el PCM por los pines 20 y 17 controla la activación de ambos solenoides



Fuente: Los autores

Figura 4.44. Solenoides del EVAP

Fuente: Los autores

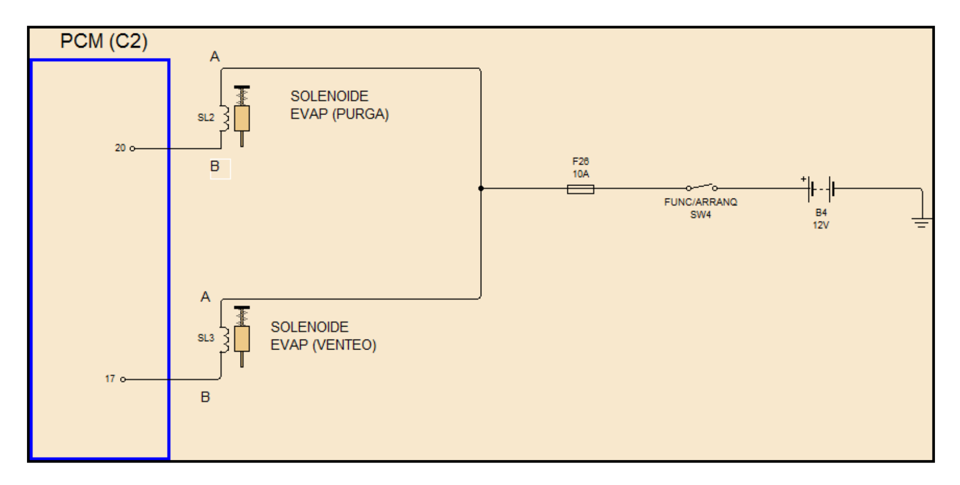
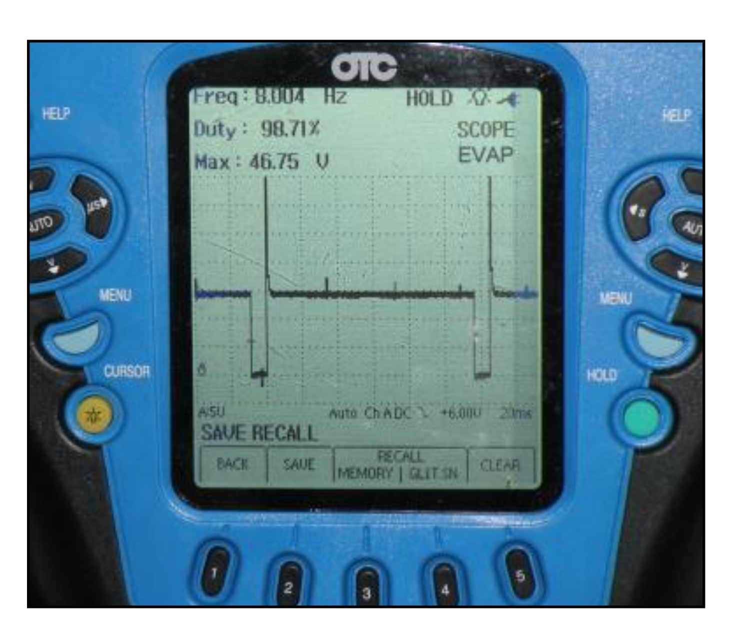


Figura 4.45. Diagrama eléctrico del solenoide de venteo



Fuente: Los autores

Figura 4.46. Oscilograma del solenoide del EVAP

Tabla 4.29. Descripción del solenoide de venteo

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Solenoide de purga del EVAP	Solenoide	2	PK (Voltaje de alimentación)	En el lado izquierdo del motor
			D-GN/WH (Control del PCM)	
Solenoide de venteo del EVAP	Solenoide	2	PK (Voltaje de alimentación)	En el lado izquierdo de la estructura del banco
			WH (Control del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.30. Valores del solenoide de venteo

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Solenoide de venteo del EVAP	21,8	Resistencia	Ω
NOMBRE DEL COMPONENTE	**VALOR**	**PARÁMETRO MEDIDO**	**UNIDAD**
Solenoide de purga del EVAP	23,2	Resistencia	Ω

Fuente: Los autores

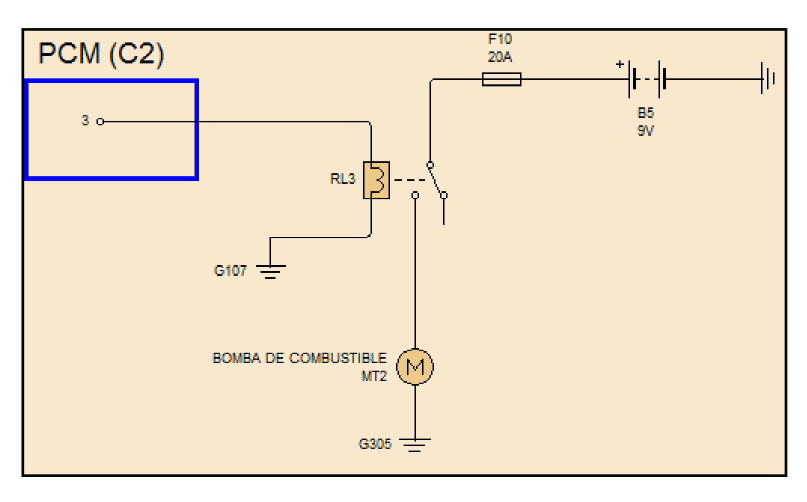
n. BOMBA DE COMBUSTIBLE

La bomba de combustible está ubicada dentro del depósito de gasolina y es controlada por el PCM el cual activa un relevador que acciona la bomba de combustible.



Fuente: Los autores

Figura 4.47. Localización de la bomba de combustible



Fuente: Los autores

Figura 4.48. Diagrama eléctrico de la bomba de combustible

Tabla 4.31. Descripción de la bomba de combustible

COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Bomba de combustible	Motor eléctrico	4	BK (Tierra)	En el tanque de combustible
			PU (Señal del sensor de nivel de combustible)	
			OG/BK (Masa del PCM)	
			GY (Voltaje de alimentación)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.32. Valores de la bomba de combustible

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Bomba de combustible	13,5	Voltaje de alimentación	V
	45	Presión de combustible	Psi

Fuente: Los autores

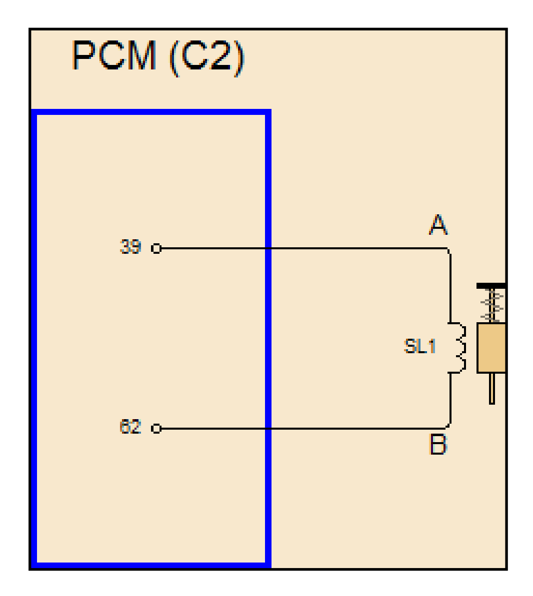
o. ACTUADOR DEL ÁRBOL DE LEVAS DE ESCAPE

El actuador del VVT de éste motor cuenta con dos terminales que se vinculan al conector C2 del módulo de control del tren motriz. Por el pin A la computadora controla el actuador del árbol de levas desde el terminal 39 y por el terminal B el sensor se conecta a tierra utilizando el pin 62 del PCM.



Fuente: Los autores

Figura 4.49. Localización del actuador del árbol de levas



Fuente: Los autores

Figura 4.50. Diagrama eléctrico del actuador del árbol de levas

Tabla 4.33. Descripción del actuador del árbol de levas de escape

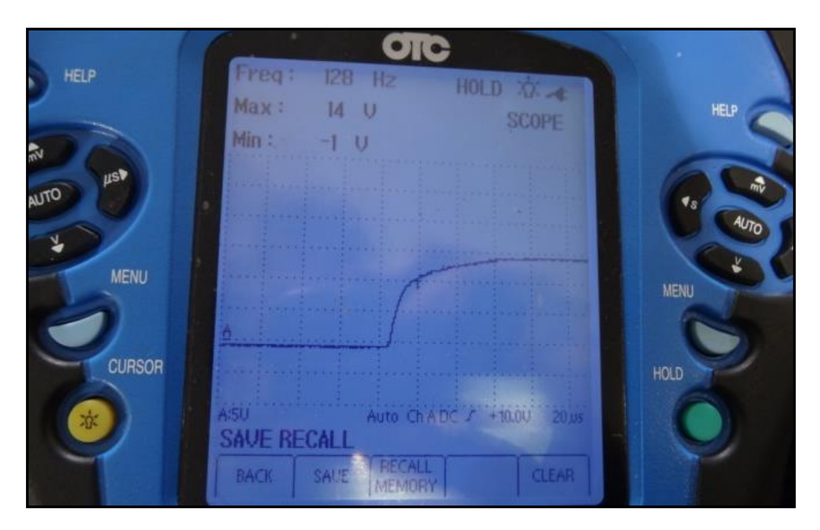
COMPONENTE	TIPO	NÚMERO DE CABLES	COLOR	UBICACIÓN
Actuador del árbol de levas de escape	Solenoide	2	BN (Control del PCM)	En la parte delantera a lado derecho del motor
			BK (Masa del PCM)	

Fuente: Los autores

Tabla 4.34. Valores del actuador del árbol de levas de escape

NOMBRE DEL COMPONENTE	VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
Actuador del árbol de levas de escape	12	Voltaje de alimentación	V
	9	Resistencia	Ω

Fuente: Los autores



Fuente: Los autores

Figura 4.51. Oscilograma del actuador del árbol de levas

CAPÍTULO 5
DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO

5.1. DIAGNÓSTICO Y LECTURA DE CÓDIGOS DE AVERÍA.

Para el siguiente procedimiento es indispensable el uso de herramientas de diagnóstico que hacen posible la interpretación y extracción de fallas dentro del sistema electrónico de los vehículos modernos.

Para el caso hemos utilizado el scanner LAUNCH, simulando fallas en los diferentes sensores que monitoreara la PCM obteniéndose los respectivos códigos de avería.

A continuación se muestra una descripción de los códigos de avería acorde a lo que establece el fabricante del vehículo.

5.1.1 DTC P0013

El PCM tiene la capacidad de supervisar la funcionalidad del control alto y el circuito de referencia baja. Si el PCM detecta un circuito abierto, un corto a tierra o un corto a voltaje, el DTC P0013 se establece.

La descripción de este circuito es para el control del solenoide del actuador de la posición del árbol de levas (CMP).

a. Las condiciones para ejecutar el DTC:

- El motor está funcionando.
- El DTC P0013 se ejecuta continuamente cuando se cumple la condición anterior.

Las condiciones para el establecimiento de la falla, el PCM detecta un circuito abierto, un corto a tierra o a voltaje en el circuito de control alto del solenoide del actuador del CMP o un circuito abierto en el circuito de baja referencia del solenoide del actuador de CMP por más de 0.25 segundos.

b. Las medidas tomadas para establecer el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro de correspondiente.   Si el diagnóstico reporta un error en el segundo ciclo de encendido consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro.

El PCM deshabilita el sistema de fases de levas para el ciclo de encendido.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan errores por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.2. DTC P0106

En la descripción del circuito, El PCM calcula un valor previsto para el sensor MAP con base en la posición del acelerador (TP) y la velocidad del motor. El PCM entonces compara el valor de predicción con la señal real del sensor de MAP. Si el PCM detecta que la señal del sensor MAP no está dentro del rango previsto, se establece el DTC P0106.

a. Las condiciones para que se ejecute el DTC:

- Tiempo de funcionamiento del motor es mayor de 40 segundos.
- Cambio en la velocidad del motor es menor de 50 RPM.
- La velocidad del motor se encuentra entre 600–6,375 RPM.
- El Embrague del convertidor de torque (TCC) es estable dentro del 2.5 por ciento.
- Las condiciones anteriores se cumplen durante 1.5 segundos.
- El DTC P0106 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Se establece la falla cuando el PCM detecta que el voltaje del sensor MAP no está dentro del rango previsto durante más de 14 segundos.

b. Las medidas tomadas para establecer el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro correspondiente. Si el análisis reporta un error en el segundo ciclo de encendido consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.3. DTC P0107

En la descripción del circuito, el PCM detecta un voltaje de señal del sensor MAP que esté excesivamente bajo, se establece un DTC P0107. Este procedimiento de diagnóstico respalda la siguiente falla.

Sensor ccto bajo voltaje MAP.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El encendido está en ON.
- Una de las siguientes condiciones, la velocidad del motor es menor de 1,000 RPM, la velocidad del motor es mayor que 1,000 RPM, la posición del acelerador (TP) es más que 28 por ciento y la posición del pedal es mayor que 1.2 por ciento.
  - El DTC P0107 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores

Condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el voltaje del sensor MAP es menor que 0.3 voltios durante más de 6 segundos.

b. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuando se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falla. El módulo de control almacena esta información en los registros de información congelada/falla.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.4. DTC P0108

En la descripción del circuito, Si el PCM detecta un voltaje de señal del sensor MAP que es excesivamente alto, se establece un DTC P0108. Este procedimiento de diagnóstico respalda la siguiente falla.
Sensor ccto alto voltaje MAP.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- La posición del acelerador (TP) es menor de 15 por ciento.
- La velocidad del vehículo es menor de 2 km/h (1mph).
- El tiempo de funcionamiento del motor es mayor de 40 segundos.
- El DTC P0108 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el voltaje del sensor MAP es mayor de 4.2 voltios durante más de 1 segundos.

b. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuando se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falla. El módulo de control almacena esta información en los registros de información congelada/falla.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.5. DTC P0112

Si el PCM detecta un voltaje de señal de IAT excesivamente baja, lo que indica una temperatura alta, se establece un DTC P0112. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje bajo del circuito del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El tiempo de funcionamiento del motor es mayor de 5minutos.
- El sensor de velocidad del vehículo (VSS) indica que la velocidad del vehículo es mayor que 24 km/h (15 mph).
- El DTC P0112 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el parámetro IAT sensor (sensor IAT) es mayor de 128°C (262°F) durante más de 6 segundos.

b. Medidas tomadas para establecer el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro. Si el diagnóstico reporta un error en el segundo ciclo de encendido consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro de fallas.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.6. DTC P0113

Si el PCM detecta un voltaje de señal de IAT excesivamente alto, lo que indica una temperatura baja, se establece un DTC P0113. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje alto del circuito del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El tiempo de funcionamiento del motor es mayor de 5minutos.
- El sensor de velocidad del vehículo (VSS) indica que la velocidad del vehículo es menor que 24 km/h (15 mph).
- El DTC P0112 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el parámetro IAT sensor (sensor IAT) es menor de -39°C (-38°F) durante más de 6 segundos.

b. Medidas tomadas para establecer el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro. Si el diagnóstico reporta un error el segundo ciclo de encendido consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro de fallas.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.7. DTC P0117

En la descripción del circuito, Si el PCM detecta un voltaje excesivamente bajo en la señal de ECT, lo cual es una indicación de temperatura alta, se establece el DTC P0117. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Sensor ccto bajo voltaje ECT.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El motor se mantiene funcionando durante más de 2minutos.
- El DTC P0117 funciona continuamente cuando se cumple la condición anterior.

Las condiciones para el establecimiento del código de falla, el PCM detecta que el parámetro del sensor de ECT es mayor de 138°C (280°F) durante más de 6 segundos.

b. Medidas tomadas para establecer el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro. Si el diagnóstico reporta un error en el segundo ciclo de encendido consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro de fallas.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.

- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.8. DTC P0118

Si el PCM detecta un voltaje de señal ECT excesivamente alto, lo cual significa una indicación de temperatura baja, se establece un DTC P0118. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Sensor ccto alto voltaje ECT.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El motor ha funcionado durante más de 60 segundos.
- El DTC P0118 funciona continuamente cuando se cumple la condición anterior.

La condición de establecimiento de la falla que la temperatura del sensor ECT es menor de −39°C (−38°F) por más de 6 segundos.

b. Medidas tomadas para establecer el DTC.

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) en el segundo ciclo consecutivo de encendido en el que se corre el diagnóstico y falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación del momento en que el diagnóstico falló, el módulo de control guarda la información en el registro. Si el diagnóstico reporta un error en el segundo ciclo de encendido

consecutivo, el módulo de control registra las condiciones de operación en el momento de la falla y actualiza el registro de fallas.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.9. DTC P0122

Si el PCM detecta que el voltaje de señal del sensor TP 1 es menor que el rango predicho, se establece el DTC P0122. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje bajo del circuito del sensor de posición del acelerador (TP) 1.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El interruptor de encendido está en posición de marcha o arranque.
- El DTC P0641 no está establecido.
- El voltaje de ignición es mayor que 5.23 voltios.
- El DTC P0122 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Condición para que se establezca el DTC, el PCM detecta que el voltaje del sensor TP 1 es menor que 0.27 voltios por más de 0.4 segundos.

b. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuanto se corre el diagnóstico y éste falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento en que falla el diagnóstico. El módulo de control almacena esta información en el Marco de congelación y en los Registros de falla.
- El módulo de control ordena al sistema de TAC a operar en el modo de Potencia Reducida del Motor.
- Un centro de mensajes o un indicador muestran Reduced Engine Power (potencia del motor reducida).
- Bajo ciertas condiciones, el módulo de control ordena que se apague el motor.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.10. DTC P0223

Si el PCM detecta que el voltaje de señal del sensor TP 2 no está dentro del rango predicho, se establece el DTC P0223. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje alto del circuito del sensor de posición del acelerador (TP) 2.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El interruptor de encendido está en posición de marcha o arranque.
- El DTC P0641 no está establecido.
- El voltaje de ignición es mayor de 5.23 voltios.
- El DTC P0223 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el voltaje del sensor TP 2 es mayor que 4.7 voltios por más de 0.4 segundos.

b. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de malfuncionamiento (MIL) cuanto se corre el diagnóstico y éste falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento en que falla el diagnóstico. El módulo de control almacena esta información en el Marco de congelación y en los Registros de falla.
- El módulo de control ordena al sistema de TAC a operar en el modo de Potencia Reducida del Motor.
- Un centro de mensajes o un indicador muestran Reduced Engine Power (potencia del motor reducida).
- Bajo ciertas condiciones, el módulo de control ordena que se apague el motor.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El PCM apagará la luz indicadora de falla (MIL) durante el tercer viaje consecutivo en que la prueba de diagnóstico haya pasado.
- El historial de DTC se borrará después de 40 ciclos de calentamiento consecutivo donde ha llevado a cabo sin un mal funcionamiento.
- El DTC puede borrarse usando una herramienta de exploración.

5.1.11. DTC P0526

Si durante el funcionamiento, el PCM detecta una pérdida de señal de velocidad del ventilador de enfriamiento, el DTC P0526 se establecerá. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Cooling Fan Speed Sensor Circuit (Circuito Sensor Velocidad Ventilador Enfriamiento).

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El motor está funcionando.
- El voltaje del sistema es mayor que 8.5 voltios.

b. Condiciones para el establecimiento del DTC:

- El PCM ha detectado una pérdida de la señal de velocidad del ventilador enfriador.
- La condición anterior está presente durante por lo menos 11 segundos.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El PCM apaga la luz indicadora de falla (MIL) durante el tercer viaje consecutivo en el que la prueba de diagnóstico se haya ejecutado y haya pasado.
- Con la herramienta de exploración, borre el DTC utilizando la función Borrar información de DTC.

d. Ayudas de diagnóstico:

- Un conector en línea podría ocasionar un DTC no continuo. Asegúrese de revisar si hay uniones deficientes y retención de clavijas en todos los terminales en línea. Consulte los esquemas del sistema para obtener información sobre los conectores y sus ubicaciones.
- Si no está presente la condición, consulte (Verificar condiciones no continuas y conexiones deficientes).
- Desconecte el conector del arnés del embrague del ventilador de enfriamiento del protector. Revise los cables que quedan expuestos entre el conector del arnés y la tubería.
- Inspeccione el arnés del embrague del ventilador de enfriamiento con el fin de asegurarse de que el circuito de voltaje de suministro del embrague no tenga corto con los siguientes circuitos:
- El circuito de referencia de 5-voltios.
- El circuito de señal de velocidad del ventilador de enfriamiento.
- El circuito de baja referencia.
- El DTC P0526 se establecerá si el motor se arranca sin la banda encendida.

5.1.12. DTC P2122

Si el PCM detecta que el voltaje de señal del sensor APP 1 no está dentro del rango predicho, se establece el DTC P2122. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje bajo del circuito del sensor (APP) 1.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El encendido está en ON.
- El voltaje de ignición es mayor de 5.23 voltios.
- El DTC P2122 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

b. Condiciones para el establecimiento del DTC:

El PCM detecta que el voltaje del sensor APP 1 es menor que 0.13 voltios por más de 0.4 segundos.

c. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuanto se corre el diagnóstico y éste falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento en que falla el diagnóstico. El módulo de control almacena esta información en el Marco de congelación y en los Registros de falla.
- El módulo de control ordena al sistema de TAC a operar en el modo de Potencia Reducida del Motor.
- Un centro de mensajes o un indicador muestran Reduced Engine Power (potencia del motor reducida).

- Bajo ciertas condiciones, el módulo de control ordena que se apague el motor.

d. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.13. DTC P2128

Si el PCM detecta que el voltaje de señal del sensor APP 2 no está dentro del rango predicho, se establece el DTC P2128. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Voltaje alto de circuito del sensor de posición del pedal del acelerador (APP) 2.

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El encendido está en ON.
- El voltaje de ignición es mayor de 5.23 voltios.
- El DTC P2128 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

Las condiciones para el establecimiento del DTC, el PCM detecta que el voltaje del sensor APP 2 es mayor que 4.87 voltios por más de 0.4 segundos.

b. Acción tomada cuyo se establece el DTC:

- El módulo de control ilumina la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) cuanto se corre el diagnóstico y éste falla.
- El módulo de control registra las condiciones de operación en el momento en que falla el diagnóstico. El módulo de control almacena esta información en el Marco de congelación y en los Registros.
- El módulo de control ordena al sistema de TAC a operar en el modo de Potencia Reducida del Motor.
- Un centro de mensajes o un indicador muestran Reduced Engine Power (potencia del motor reducida).
- Bajo ciertas condiciones, el módulo de control ordena que se apague el motor.

c. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- El módulo de control APAGA la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) después de 3 ciclos de ignición consecutivos en que el diagnóstico se lleva a cabo y no falla.
- El DTC actual, la última prueba que falla se borra cuando el diagnóstico se ejecuta y pasa.
- Un historial DTC se borra después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento, si no se reportan fallas por éste u otro diagnóstico relacionado con emisiones.
- Use una herramienta de escaneo para apagar la MIL y borrar el DTC.

5.1.14 DTC P0340

Si el contador activo CMP deja de incrementar se establecerá un código de problema de diagnóstico (DTC) P0340. Este procedimiento de diagnóstico respalda el siguiente DTC:

Circuito del sensor de posición del árbol de levas (CMP).

a. Condiciones para ejecutar el DTC:

- El motor está funcionando.
- El DTC P0340 se ejecuta continuamente cuando se cumplen las condiciones anteriores.

b. Condiciones para el establecimiento del DTC:

- El contador activo de CMP no está incrementando por más de 3.8 segundos.

c. Acción tomada cuando se establece el DTC:

- La luz indicadora de fallas (MIL por sus siglas en inglés) se iluminará después de dos ciclos de encendido consecutivos en que el diagnóstico se ejecute con una falla presente.
- El PCM registra las condiciones de operación en el momento en el que el diagnóstico falla. Esta información se almacena en las memorias de registros de cuadro fijo.
- Un DTC del historial se guarda.

d. Condiciones para el borrado de la MIL/DTC:

- La MIL se apagará después de tres ciclos de encendido consecutivos en que el diagnóstico se ejecute sin fallas.
- Un DTC histórico se borrará después de 40 ciclos consecutivos de calentamiento sin una falla.
- Use una herramienta de exploración para borrar los DTC.

e. Ayudas de diagnóstico:

- Cada vez que el PCM detecta menos de 15 resincronizaciones en 256 segundos, el contador se restablece en 0. Cuando hay una conexión defectuosa, el registrador activo del sensor de leva deja de aumentar y el medidor de resincronización del sensor de leva empieza a aumentar.
- Las siguientes condiciones pueden ocasionar que este DTC se establezca:
  - Daño a la rueda reluctora del árbol de levas
  - Daño al sensor CMP
  - El sensor hace contacto con la rueda reluctora
  - Material extraño pasando entre el sensor y la rueda reluctora

Si la condición es intermitente, consulte (Condiciones intermitentes).

5.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL MOTOR VORTEC 4.2 L

Tabla 5.1. Mantenimiento de aceite del motor

CAMBIO DE ACEITE	
Tipo.	20W50
Cambio aproximado dependiendo del uso.	Cada 6 meses • Capacidad de aceite con filtro 6,6 litros. • Capacidad de aceite sin filtro 6,1 litros.
Tipo de filtro: AC DELCO ASM, OIL PF61 (CLÁSICO)	

Fuente: Los Autores

a. Reinicio del cambio de aceite:

Cuando el sistema ha calculado que la duración del aceite ha disminuido, indicará es necesario cambiar el aceite. Aparecerá en el tablero de instrumentos un mensaje de CHANGE ENGINE OIL. (Cambiar aceite del motor)

Es posible que, si conduce bajo las mejores condiciones, la duración del aceite podría no indicar que es necesario hacer un cambio de aceite durante más de un año. Sin embargo, el filtro y el aceite del motor deben cambiarse una vez cada seis meses y en este momento, se debe restablecer el sistema.

Para restablecer la luz CHANGE ENGINE OIL (cambiar aceite de motor pronto), utilizar un escáner.

Tabla 5.2. Mantenimiento del filtro de aire y combustible

FILTRO DE AIRE	
Tipo	Elemento, A / CL
Número de pieza	A2014C
Limpieza	3 meses.
Cambio	18 meses.
FILTRO DE COMBUSTIBLE	
Reemplazo	18 meses.

Fuente: Los autores.

Tabla 5.3. Mantenimiento de refrigerante del motor

LIQUIDO REFRIGERANTE	
Cambio	18 meses • Capacidad de líquido refrigerante 13 litros.

Fuente: Los autores

Tabla 5.4. Mantenimiento del sistema de encendido

SISTEMA DE ENCENDIDO		
Bujías:	Tipo	SPARK PLUG ASM
	Número de parte	41-834
	Limpieza	4 meses
	Cambio	18meses
	Calibración	1.27 mm o 0.05 in.

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 6
MARCO ADMINISTRATIVO

6.1 RECURSOS

Es de vital importancia realizar un análisis operativo de forma planificada, para así comprender la factibilidad del proyecto, teniendo en cuenta los recursos humanos, tecnológicos y de materiales que son fundamentales para la puesta en marcha para este proyecto.

Tiene como objetivo dicha planificación, analizar la optimización de recursos diseñando un plan y una estrategia, para que se cumplan todas las propuestas del mismo.

6.1.1 RECURSOS HUMANOS

Lo más importante constituyó la tarea de nosotros, Daniel Yánez y Ricardo Guevara, que desempeñamos el papel de investigadores. Así también se contó el asesoramiento del Ing. Germán Erazo, designado como Director promovió la investigación científica del proyecto y del Ing. José Quiroz, que en calidad de Codirector facilitó el trabajo.

6.1.2 RECURSOS MATERIALES

Nos referimos a todos los elementos físicos que fueron necesarios para la materialización de la parte práctica de la tesis y estos son: motor de combustión interna (Donado por la facultad de Ingeniería Automotriz para la realización de este proyecto), PCM, BCM, estructura metálica del banco, bomba de combustible, tanque, tablero de instrumentos, radiador, batería, tanque del refrigerante; entre los más representativos.

6.2 PRESUPUESTO

A continuación se muestra valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como monitoreo financiero del trabajo, a su vez que generará una idea de la inversión que se realizó.

Es factible un balance entre el gasto económico junto con los objetivos obtenidos, se observa que el proyecto titulado "BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM- CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L", ha superado las expectativas pues constituye como material de apoyo para los estudiantes de la ESPE-EL, al mismo tiempo que sirvió para los investigadores como prácticas y mejoramiento de conocimientos y destrezas.

Tabla 6.1. Valores económicos.

ORDEN	DETALLE	TOTAL USD.
1	Motor Vortec 4200cm^3	Donado
2	Tablero de Instrumentos	650,00
3	Radiador	150,00
4	Arnés de cables.	600,00
5	Batería (Bosch S560EDT)	120,00
6	Fusibleras	500,00
7	Construcción del banco	630,00
8	Tanque de combustible	250,00
9	Módulos (PCM, BCM)	1500,00
10	Tanque del refrigerante	20,00
11	Interruptor de encendido	350,00
12	Aceite y refrigerante	40,00
13	Bomba de combustible	400,00
Total de inversión		**5210,00**

Fuente: Los autores

6.3 FINANCIAMIENTO

La inversión total del proyecto a excepción del motor Vortec 4200 donado por la facultad de Ingeniería Automotriz de la ESPE-EL, estuvo a cargo de los realizadores de la tesis: Ricardo Daniel Guevara Torres y Patricio Daniel Yánez Rodríguez.

CONCLUSIONES

Al culminar el presente trabajo de investigación, ponemos en consideración las siguientes conclusiones, a fin de que sean atendidas por quienes utilicen el presente trabajo como fuente de consulta.

- Durante la instalación de los componentes eléctricos y electrónicos fueron necesarios los módulos de control de: tren motriz (PCM) y de la carrocería (BCM) para lograr el funcionamiento del motor debido a que el BCM controla el sistema inmovilizador del vehículo.

- Se construyó una estructura de metal y fibra de vidrio con el objeto de alivianar el peso del banco de pruebas.

- Se encontró la conexión de los diferentes módulos del automotor es de tipo estrella por lo que no es necesario conectar todos los módulos para lograr en funcionamiento del motor.

- Se utilizó instrumentos de última generación para obtener los valores de funcionamiento de sensores y actuadores.

- Se desarrolló una guía digital con información del motor y los sistemas que trae el Chevrolet TrailBlazer 4.2L así como un procedimiento para el diagnóstico y reparación de los códigos de avería más comunes del sistema de control de emisiones del motor VORTEC 4200

- Se realizó un análisis de funcionamiento de los sensores y actuadores del motor.

- El motor empezará a variar las RPM cuando se establezca el código de avería P0502 correspondiente al sensor de velocidad en corto circuito.

RECOMENDACIONES

- No exponer los módulos PCM y BCM a ningún tipo de corriente eléctrica ya que puede causar un corto circuito y dañar el módulo.

- Desconectar la batería antes de manipular los conectores del PCM o BCM.

- No desconectar ningún sensor mientras el motor se encuentre funcionando ya que puede malograrlo.

- Si se presenta el código de avería del sensor VSS eliminarlos utilizando una herramienta de exploración.

- Seguir las recomendaciones de la guía de digital al momento de realizar un diagnóstico.

- Revisar el nivel de aceite y refrigerante antes de poner en marcha el motor.

- Realizar mantenimiento periódico al motor y sus componentes.

- Reiniciar la vida útil del aceite del motor posterior al cambio de aceite.

BIBLIOGRAFÍA

- Haynes, J. (2001). *Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer*, California. Editorial Haynes de Norte América

- Haynes, J. (2008). *Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer*. California. Editorial Haynes de Norte América

- Lloris, A. (2003). *Sistemas Digitales*. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España, Barcelona.

- Rueda, J. (2005). *Manual en Mecánica y Electrónica Automotriz*. México D.F. Editorial Diseli.

- Rueda, J. (2006). *Manual en Técnico de Fuel Injection*. México D.F. Editorial Diseli.

- Thiessen, F. y Dales D.(1994). *Manual Técnico Automotriz. (4ta ed.).* ., México D.F. Hispano América S.A.

- Pickerill, K. (2013). *Automotive engine performance* (6ta Ed).Cengage Learning. Estados Unidos, Texas

- Bernal, L. (2006). *Inyección electrónica de combustible*. Madrid, España. Editorial Iberoamericana.

- Russell, J (2012). *Delphi Automotive.* Michigan USA. Editorial McGraw-Hill.

NETGRAFíA

- Catálogo de Partes. (s.f.). *ACDelco. [En línea]*. Consultado el 5 de Julio de 2013, disponible en: http://www.acdelco.com/.

- Electronic Fuel Injection. (s.f.). Scribd. Recuperado el 6 Enero del 2013, de http://es.scribd.com/doc/169329906/EFI

- Información Técnica TrailBlazer (2003).Autos San Jorge. Recuperando el 14 de Octubre del 2012, de http://www.autosanjorge.com/images/stories/4x4/Trail_Blazer/catalogos_trail blazer.pdf

- Cise corp. (2013). Cise. Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de http://www.ciseelectronics.com.

- Sistemas inmovilizadores automotrices. (s.f.). Scribd. Recuperado el 6 Mayo del 2013, de http://es.scribd.com/doc/79055391/Manual-Curso-Inmovilizadores.

ANEXOS

ANEXO A: Diagramas eléctricos.

ANEXO B: Cronograma

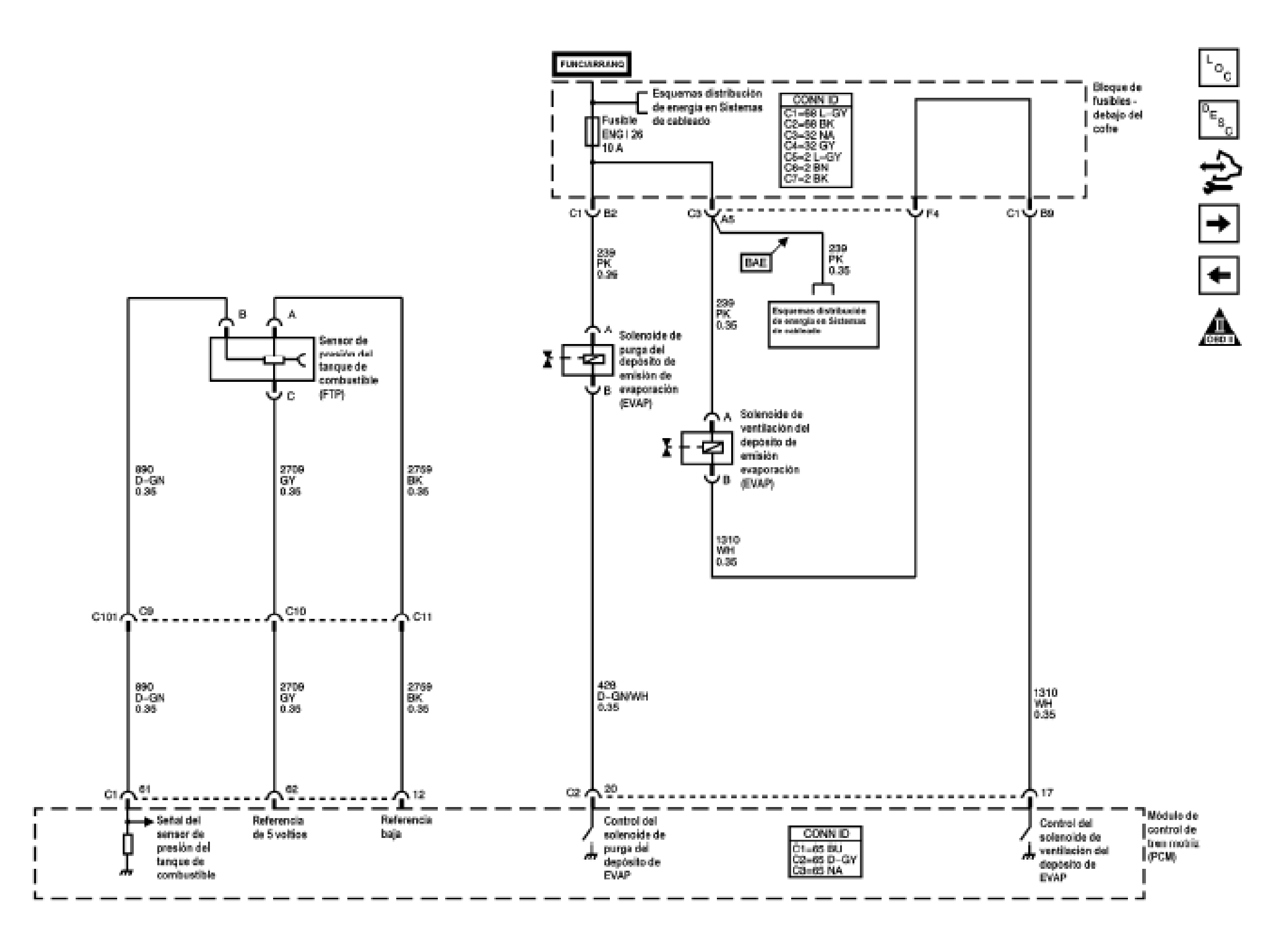
ANEXO C: Abreviaturas y significados

ANEXO D: Artículo.

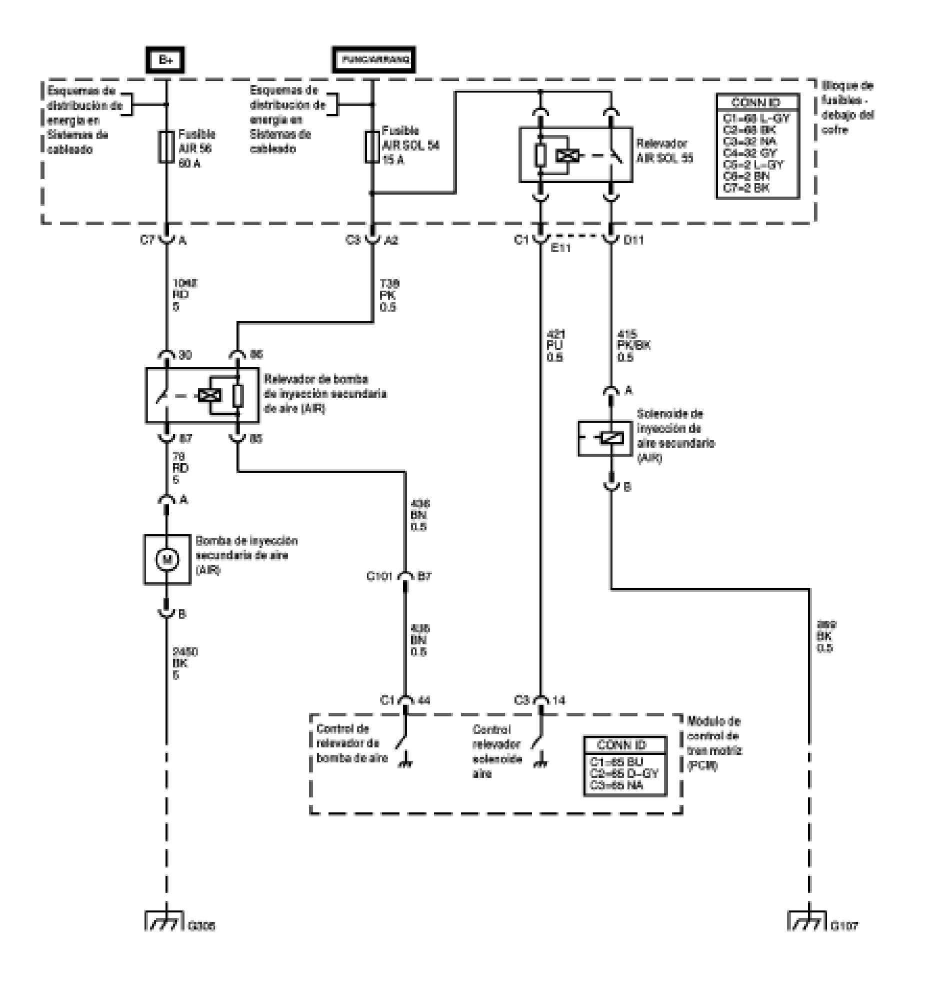
ANEXO A

Diagramas eléctricos.

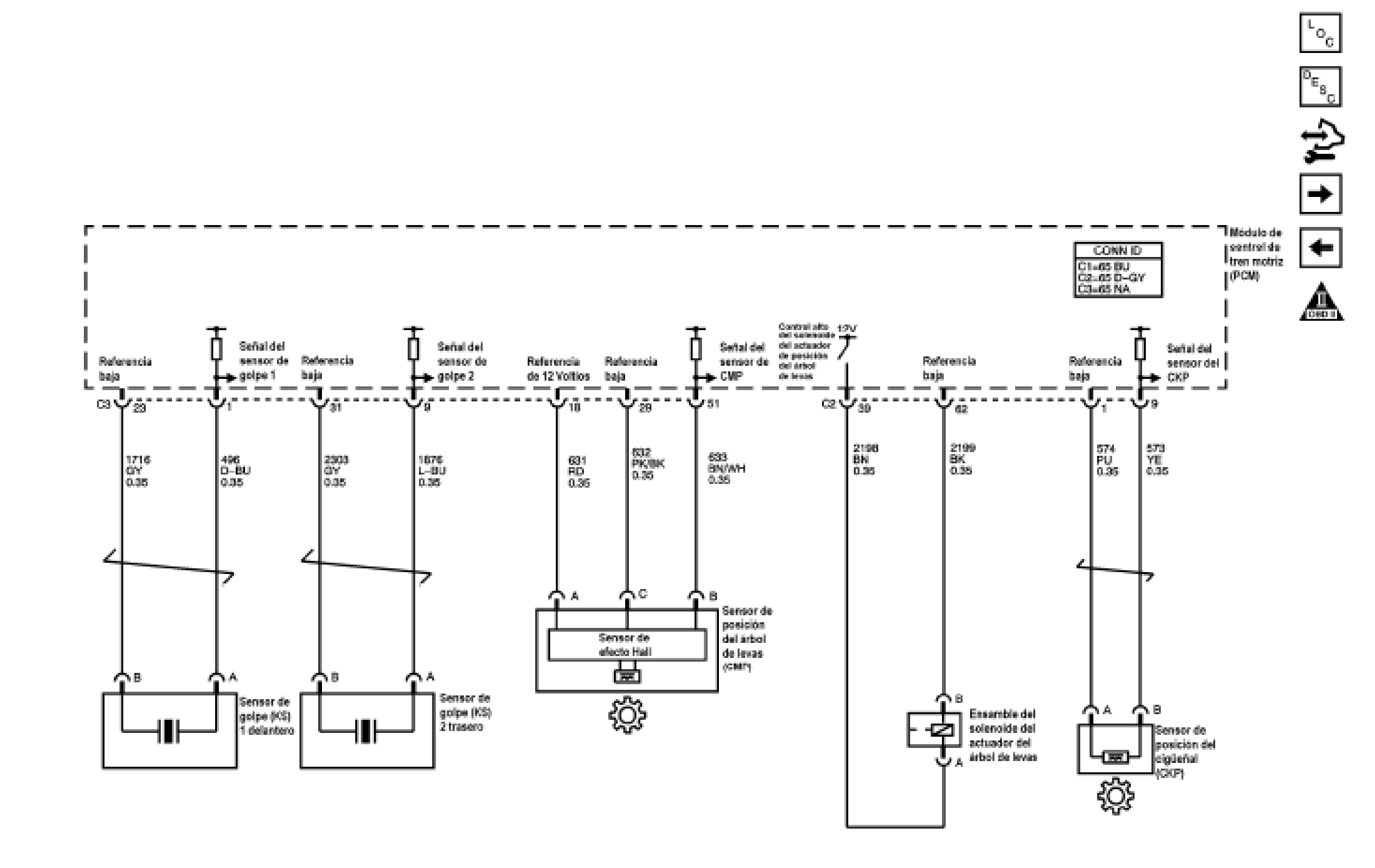
Controles de combustible– controles de EVAP



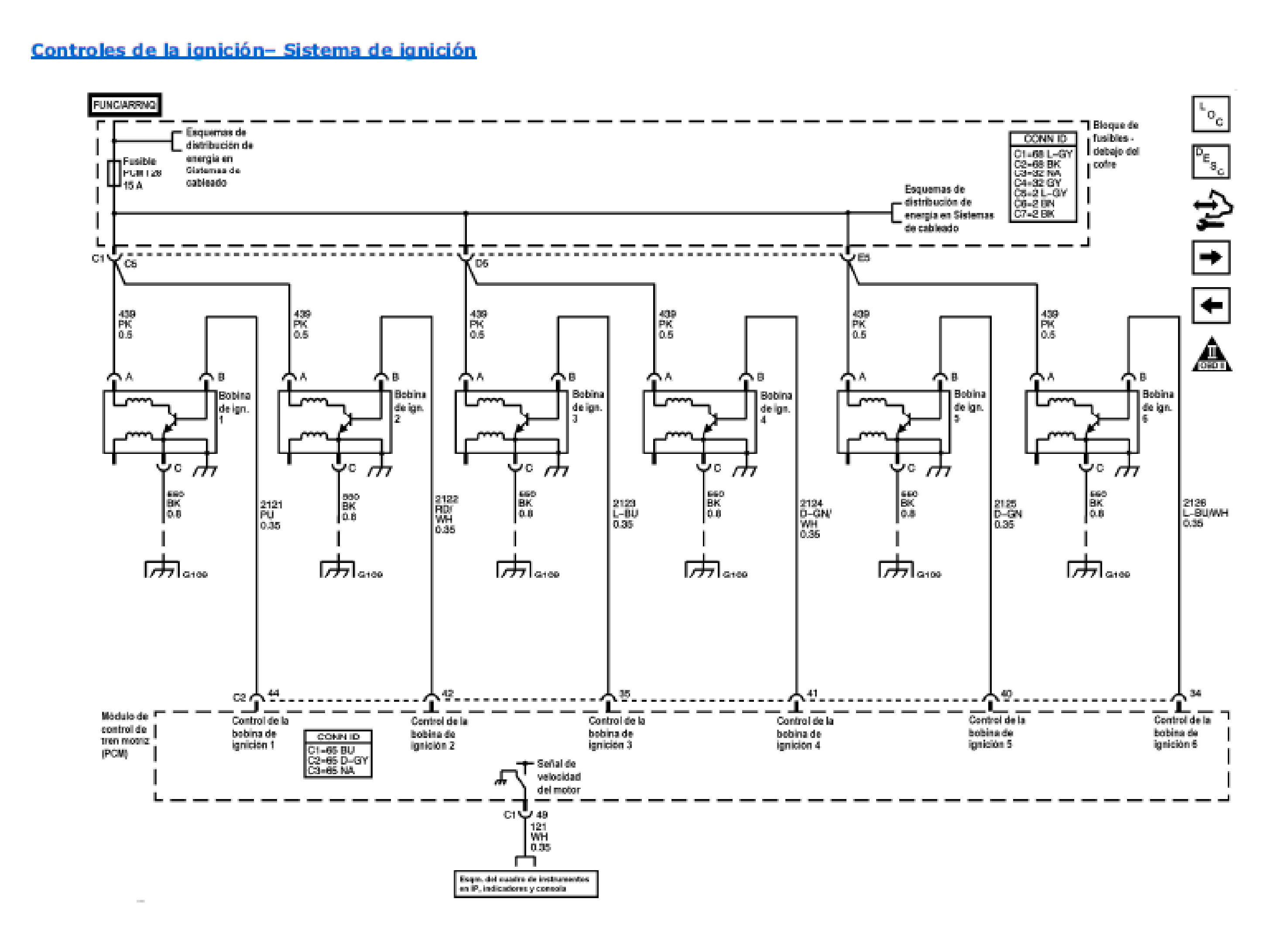
[Controles de dispositivos]



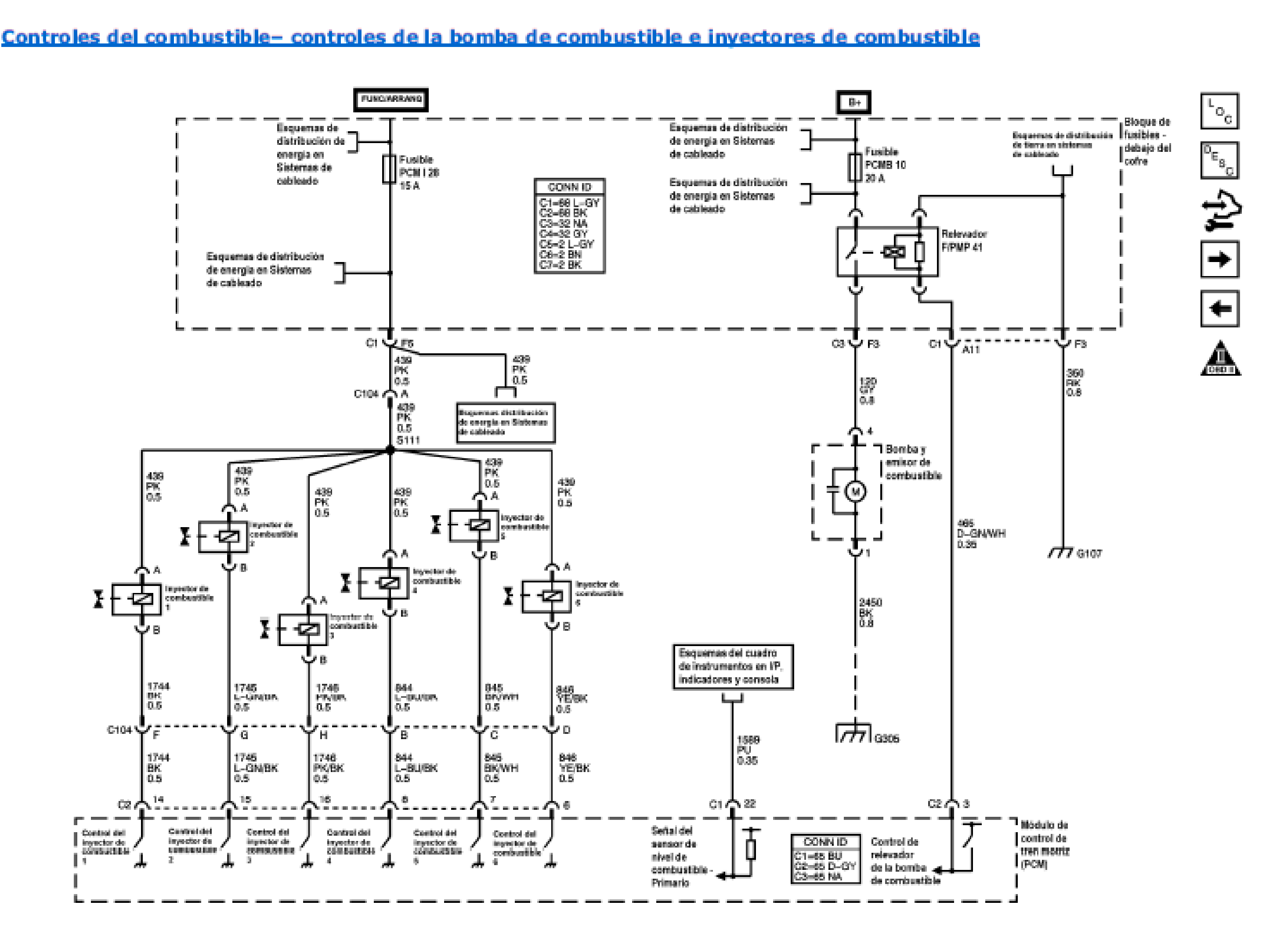
Controles de la ignición– sensores



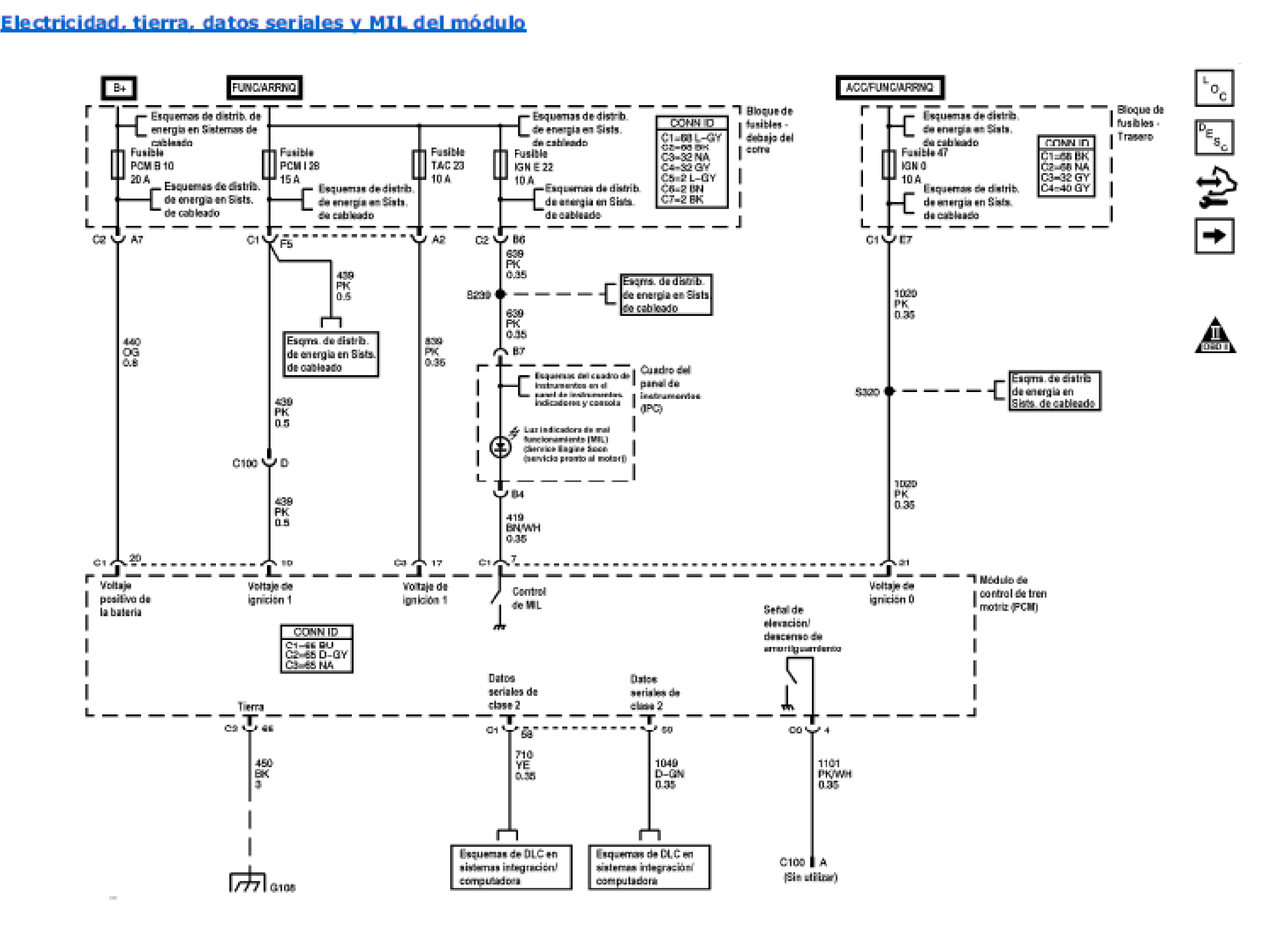
Controles de la ignición– Sistema de ignición



Controles del combustible– controles de la bomba de combustible e inyectores de combustible



Electricidad, tierra, datos seriales y MIL del módulo



Sensores de datos del motor– 5 voltios y referencia baja

Módulo de control de tren motriz (PCM)

Referencia 2 de 5 voltios

Referencia 1 de 5 voltios

Sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP)

Ventilador de refrigeración

Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

Cuerpo del acelerador

Sensor de la posición del pedal del acelerador (APP)

Sensor de presión del tanque de combustible

Sensor de presión de refrigerante de A/C

Bomba y emisor de combustible

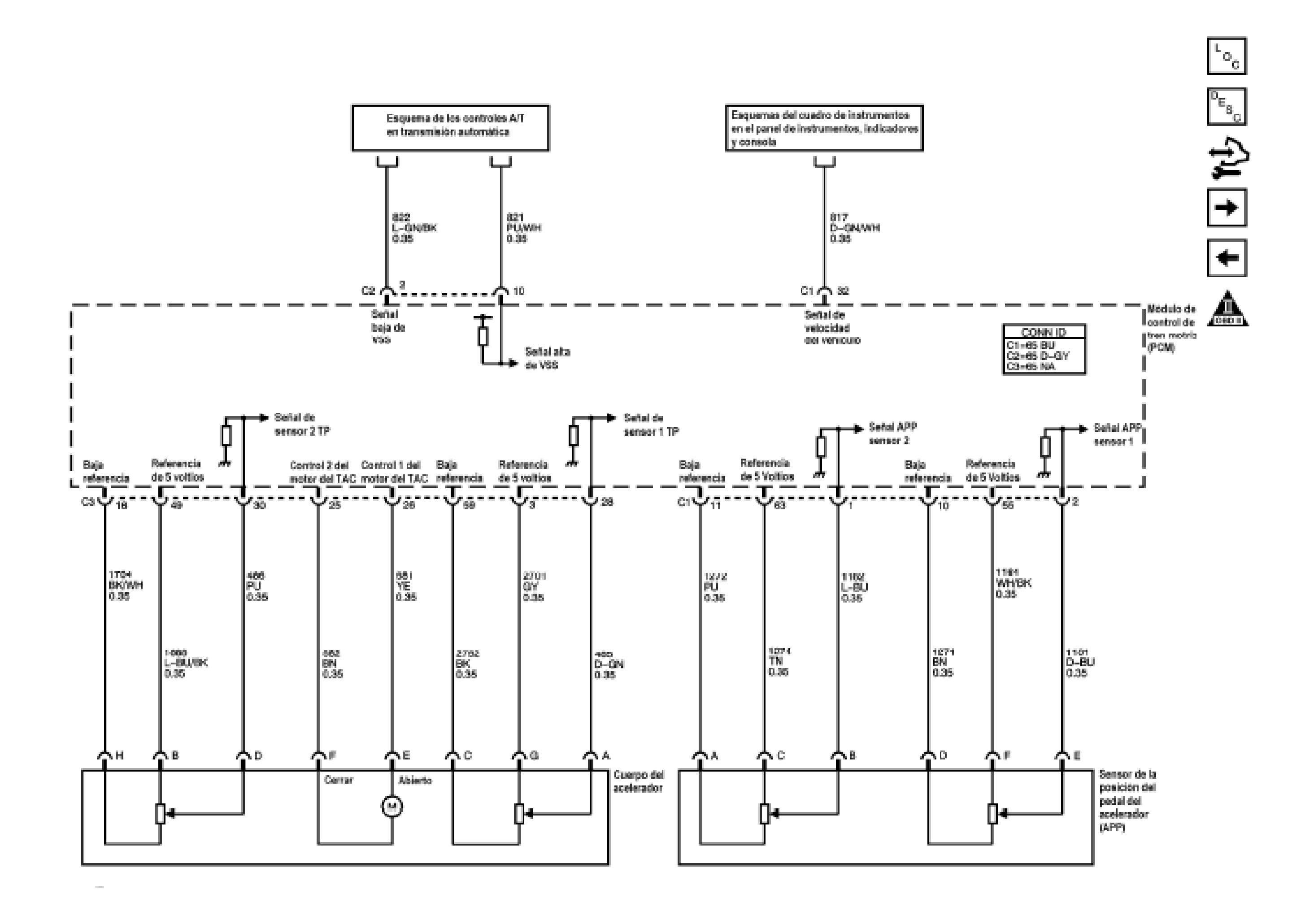
Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)

Baja referencia B

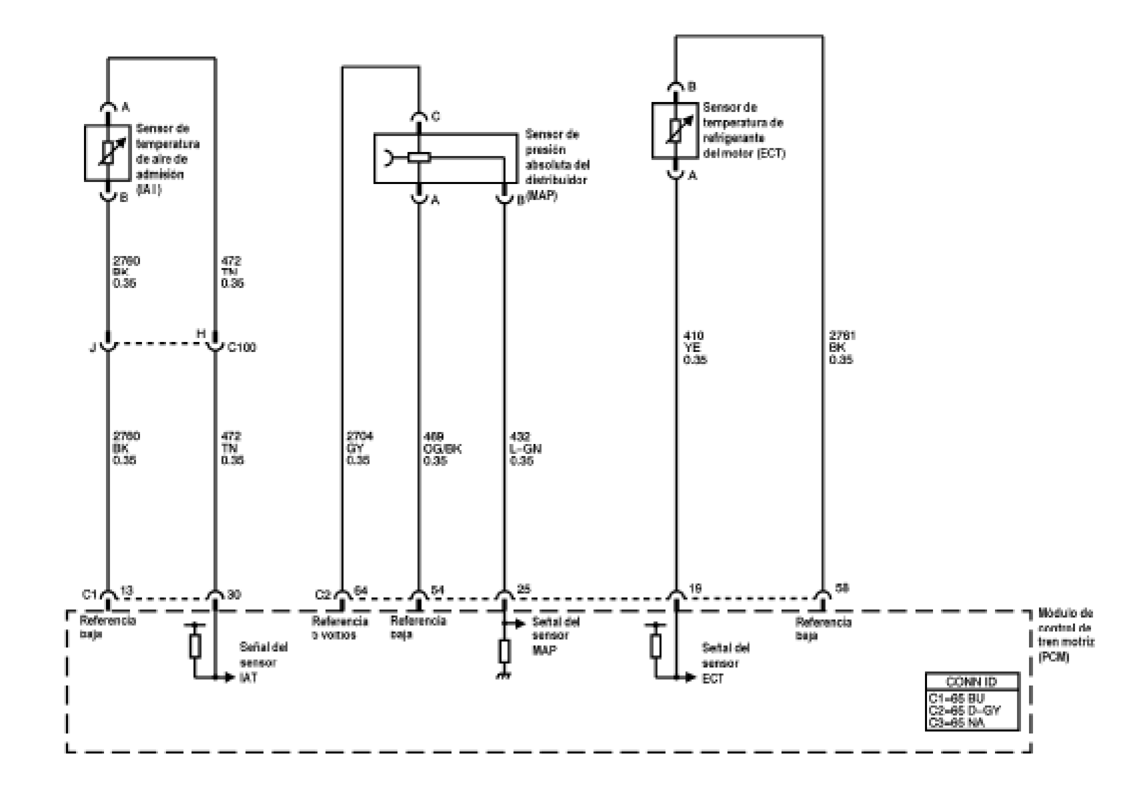
Módulo de control de tren motriz (PCM)

CONN ID
C1=65 BU
C2=65 D–GY
C3=65 NA

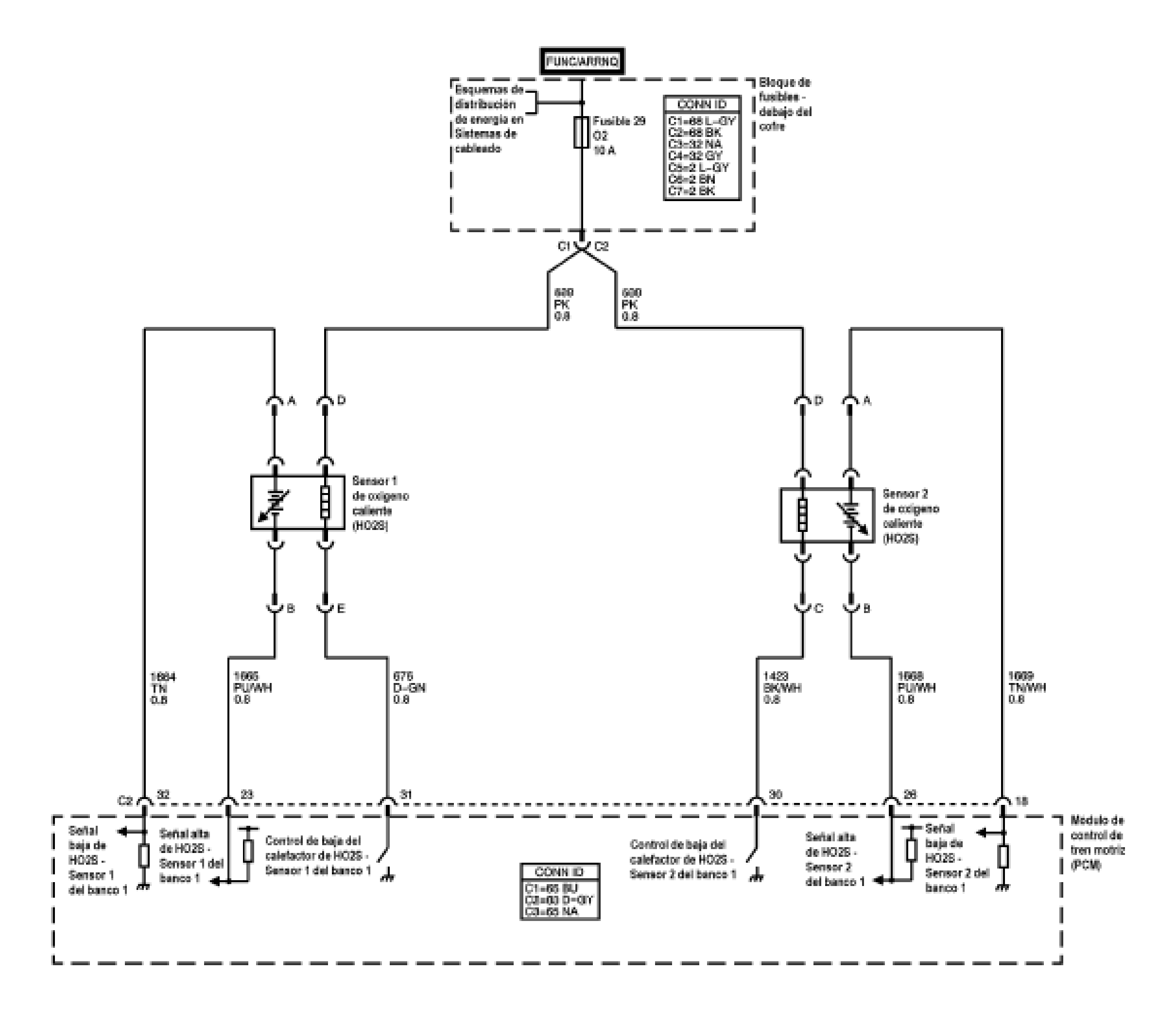
Sensor de datos del motor– controles del actuador del acelerador y VSS



Sensores de datos del motor– presión y temperatura



Sensores de datos del motor – sensores de oxígeno



ANEXO B

Cronograma.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	
1	APROBACIÓN DEL TEMA DE TESIS	5 días?	mié 29/02/12	GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y SECRETARIA
2	DESARROLLO DEL PLAN DE TESIS	159 días?	mié 07/03/12	GRUPO DE INVESTIGACIÓN
3	PRE-APROBACIÓN DEL PLAN DE TESIS	4 días?	lun 18/06/12	GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y SECRETARIA
4	APROBACION EN EL CONSEJO DE CARRERA	64 días?	vie 22/06/12	CONSEJO DE CARRERA Y SUS MIEMBROS
5	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRAFICA	73 días?	jue 20/09/12	GRUPO DE INVESTIGACION
6	DESARROLLO DEL CAPITULO I	29 días?	mar 01/01/13	GRUPO DE INVESTIGACION
7	DESARROLLO DEL CAPITULO II	25 días?	lun 11/02/13	GRUPO DE INVESTIGACION
8	REVISION Y TUTORIA	3 días?	lun 18/03/13	GRUPO DE INVESTIGACION, DIRECTOR, CODIRECTOR
9	ADQUISISION Y ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR	102 días?	jue 21/03/13	GRUPO DE INVESTIGACION
10	DESARROLLO DEL CAPITULO III	10 días?	lun 12/08/13	GRUPO DE INVESTIGACION
11	DESARROLLO DEL CAPITULO IX	60 días?	lun 26/08/13	GRUPO DE INVESTIGACION
12	DESARROLLO DE LA GUIA DE DIAGNOSTICO	20 días?	lun 18/11/13	GRUPO DE INVESTIGACION
13	DESARROLLO DEL CAPITULO V	30 días?	lun 16/12/13	GRUPO DE INVESTIGACION
14	REVISIÓN TEORICA	5 días?	lun 27/01/14	DIRECTOR, CODIRECTOR
15	REVISION PRACTICA EN LA UNIVERSIDAD	2 días?	lun 03/02/14	DIRECTOR, CODIRECTOR
16	PREPARACIÓN DE DOCUMENTOS	11 días?	mié 05/02/14	GRUPO DE INVESTIGACION
17	ENTREGA DE PROYECTO, SECRETARIO ACADEMICO	1 día?	jue 20/02/14	GRUPO DE INVESTIGACION
18	PRESENTACION FINAL	1 día?	vie 21/02/14	GRUPO DE INVESTIGACION, DIRECTOR, CODIRECTOR

Semestre 1, 2012 | Semestre 2, 2012 | Semestre 1, 2013 | Semestre 2, 2013 | Semestre 1, 2014 | Semestre 2, 2014 | Semestre 1, 2015

ANEXO C

Abreviaturas y significados.

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
A/C	AIRE ACONDICIONADO
AIR	INYECCIÓN SECUNDARIA DE AIRE
APP	SENSOR DE POSICIÓN DEL PEDAL DEL ACELERADOR
BARO	PRESIÓN BAROMÉTRICA
BCM	MODULO DE CONTROL DE LA CARROCERÍA
CA	CORRIENTE ALTERNA
CKP	SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL
CMP	SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS
COP	BOBINA SOBRE BUJÍA
DDM	MODULO DE LA PUERTA DEL CONDUCTOR
DIC	CENTRO DE INFORMACIÓN AL CONDUCTOR
DLC	CONECTOR DE ENLACE DE DATOS
DSM	MODULO DEL ASIENTO DEL CONDUCTOR
DTC	CÓDIGO DE PROBLEMA DE DIAGNOSTICO
DVD	DISCO VERSÁTIL DIGITAL
EBCM	MODULO ELECTRÓNICO DE CONTROL DE FRENO
ECT	TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR
EEPROM	MEMORIA DE SOLO LECTURA PROGRAMABLE Y ELIMINABLE ELÉCTRICAMENTE
EGM	MODULO DE LA COMPUERTA TRASERA
EVAP	EMISIONES DE EVAPORACIÓN
FTP	SENSOR DE PRESIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE
HEGO	SENSOR DE OXIGENO CALENTADO
HVAC	CALEFACTOR, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
IAT	SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DE ADMISIÓN
IC	CONTROL DE ENCENDIDO
KAM	MEMORIA PERMANENTE
KS	SENSOR DE GOLPE
MIL	LUZ INDICADORA DE MAL FUNCIONAMIENTO
MAP	SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE
NTC	TERMISTOR CON COEFICIENTE NEGATIVO DE TEMPERATURA
ONSTAR	SISTEMA DE AYUDA SATELITAL PARA EL USUARIO
PCM	MODULO DE CONTROL DEL TREN MOTRIZ
PTC	TERMISTOR CON COEFICIENTE POSITIVO DE TEMPERATURA
PWM	MODULACIÓN DE ANCHO DE PULSO
RAM	MEMORIA DE ACCESO ALEATORIO
ROM	MEMORIA DE SOLO LECTURA
SOH	ESTADO DE SALUD
TAC	CONTROL DEL ACTUADOR DEL ACELERADOR
TCC	EMBRAGUE DEL CONVERTIDOR DE PAR
TP	POSICIÓN DEL ACELERADOR
VIN	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL VEHÍCULO

ANEXO D

Artículo

BANCO PARA PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN Y ENCENDIDO ELECTRÓNICO DEL MOTOR GM- CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L

Ricardo Guevara[1] Daniel Yanez[2] Germán Erazo[3] José Quiroz[4]

[1,2,3,4] Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Márquez de Maenza S/N LATACUNGA, ECUADOR.

email: ricardogueto@outlook.com,d1986mcrae@hotmail.com,wgerazo@espe.edu.ec,jose_quiroz_erazo@yahoo.com

RESUMEN

El proyecto de grado tiene por objetivo la implementación de un banco de pruebas del motor CHEVROLET TRAILBLAZER 4,2 L para realizar tareas de diagnóstico de fallas, análisis de funcionamiento del sistema de inyección y encendido electrónico del motor VORTEC 4200 cm^3.

ABSTRACT

The purpose of this project is to implement a tool to diagnostic and simulate the most common Chevrolet TrailBlazer's trouble codes. It will provide the diagnostic and repair procedures as well as a description about the fuel system, ignition system, evaporative emission system, throttle acceleration control and information about VORTEC 4200 engine.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología ha venido evolucionando y cambiando en los diferentes campos a nivel mundial y el campo automotriz no es la excepción, debido a la necesidad de tener un medio ambiente menos contaminado y más limpio, se han venido desarrollando nuevas tecnologías con el fin de reducir las emisiones contaminantes que los vehículos liberan hacia la atmosfera, todo esto sin reducir la comodidad, el confort y el rendimiento de los vehículos manteniendo clientes y conductores satisfechos con las prestaciones que los automóviles brindan.

El presente trabajo abarca el sistema electrónico de encendido e inyección de combustible del motor GM-CHEVROLET TRAILBLAZER 4.2L ya que es indispensable conocer el funcionamiento general del sistema, así como el modo de operación de los diferentes sensores y actuadores que lo componen.



Figura 1. Vehículo TrailBlazer

Fuente: Los autores

II. DESARROLLO:

La camioneta Chevrolet TrailBlazer 4.2L trae incorporado un motor VORTEC de 6 cilindros en línea, cilindrada de 4160 cm^3, doble árbol de levas en la cabeza DOHC (4 válvulas por cilindro), sistema se inyección secuencial de combustible y encendido de bobina sobre bujía.

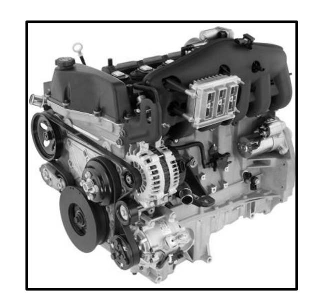


Figura 2. Motor Vortec 4,2 L

Fuente: Los autores

El motor es controlado por un módulo de control del tren motriz PCM y un grupo de sensores y actuadores, los cuales en conjunto contribuyen en el monitoreo del funcionamiento del motor.

a. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

Es el encargado de proporcionar el combustible necesario hacia los cilindros del motor. El proceso es monitoreado y vigilado por el módulo de control del tren motriz PCM.

El sistema de combustible no utiliza tubo de retorno. El regulador de presión y el filtro de combustible forman parte del ensamble del emisor de combustible, eliminando la necesidad de un tubo de retorno del motor.

Con este sistema se consigue una menor temperatura dentro del tanque de combustible dando como resultado emisiones de evaporación menores.

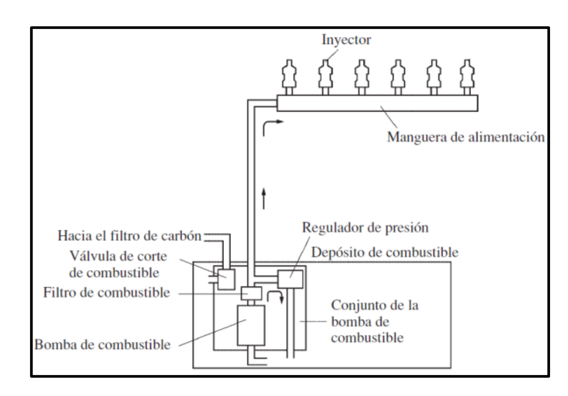


Figura 3. Diagrama de alimentación de combustible

Fuente: Los autores

b. INYECTORES

El conjunto de inyectores de combustible es un dispositivo solenoide, controlado por el PCM, que envía combustible a presión a un solo cilindro del motor. El PCM activa al solenoide del inyector de alta impedancia 12 (ohmios) para abrir la válvula de bola

que normalmente está cerrada. Esto permite al combustible fluir desde la parte superior del inyector, pasar la válvula de bola y a través de una placa directriz a la salida del inyector.

c. CUERPO DE ACELERADOR ELECTRÓNICO

Se encarga de controlar la cantidad de aire que ingresa al motor en respuesta a la aceleración. El control del actuador de estrangulación o sistema TAC elimina el cableado entre el pedal del acelerador y el estrangulador, consiguiendo así una mejor respuesta de estrangulación que el típico sistema mecánico.

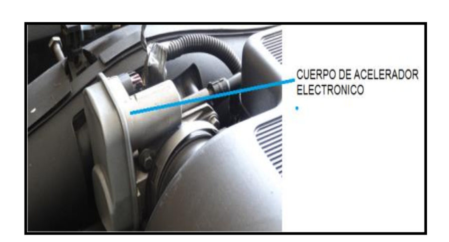


Figura 4. Acelerador electrónico

Fuente: Los autores

d. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACELERADOR ELECTRÓNICO (TAC)

El sistema de control del actuador de la mariposa (TAC) usa la electrónica y componentes del vehículo para calcular y controlar la posición de la aleta de la mariposa de aceleración, eliminando así la necesidad de colocar un cable para comandar la aleta.

Los componentes del sistema TAC incluyen:

- *Los sensores de posición del acelerador APP*
- *El cuerpo de la mariposa*
- *El módulo del control (PCM)*

e. SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

Este sistema está conformado por el módulo de control del: motor (PCM) y de la carrocería (BCM) y los diferentes sensores y actuadores que monitorean y controlan la operación del motor. El PCM recibe entradas electrónicas de varios sensores del vehículo y procesa esta información para determinar las condiciones de operación del mismo.

f. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

Es el encargado de asegurar el buen funcionamiento del sistema de inyección del motor mediante el monitoreo de las señales enviadas desde los sensores hacia el módulo de control del tren motriz así como las señales de salida hacia los actuadores. De existir algún problema se genera un código de falla

el cual se almacena en la memoria RAM y se enciende la luz (check engine) en el tablero de instrumentos informando al conductor sobre la existencia de una falla en el sistema.

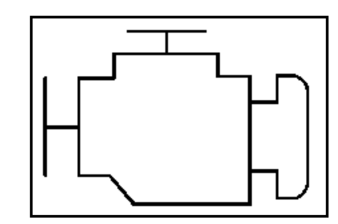


Figura 5. Testigo Check Engine

Fuente: Los autores

g. SISTEMA DE INYECCIÓN SECUNDARIA DE AIRE

El motor cuenta con este sistema, el cual contribuye con la reducción de las emisiones en los arranques en frío, es decir cuando la temperatura del refrigerante está entre 3–50°C y la temperatura del aire de admisión es mayor a 1°C. La bomba de aire secundaria funcionara hasta que el sistema empiece a funcionar en circuito cerrado aproximadamente 30 segundos luego de arrancar el motor.



Figura 6. Bomba de aire auxiliar

Fuente: Los autores

h. SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO (COP)

El sistema de encendido electrónico es el responsable de producir y controlar la chispa en cada una de las bujías ubicadas en los cilindros del motor. Esta chispa se usa para encender la mezcla de aire /combustible en el momento correcto. Esto suministra un desempeño óptimo, economía de combustible y control de emisiones de escape.

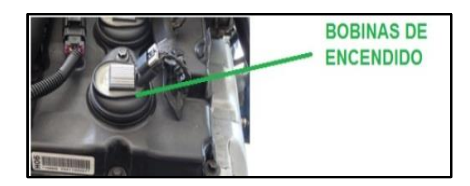


Figura7. Bobina de encendido

Fuente: Los autores

III. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas será implementado para el laboratorio de mecánica de patio el mismo que está orientado hacia los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz así como profesionales, técnicos y gente involucrada en el mundo automotriz.

Tomando las medidas del motor se procedió a cortar y preparar los tubos para posteriormente unirlos mediante soldadura por arco eléctrico. Con los procedimientos anteriores se construyó

una estructura rectangular cuyas medidas son (141 x 57x 90) cm que se pintó de color negro.



Figura 8. Estructura del banco

Fuente: Los autores

Con la estructura lista utilizando las bases originales del vehículo se procedió a montar el motor sobre la estructura metálica. Adicionalmente se adaptó una coraza en el volante de inercia del motor la cual a su vez es utilizada como soporte.

Para esto se procedió a ensamblar el cableado del vehículo necesario para su funcionamiento, así como el módulo de control del tren motriz PCM y de la carrocería BCM, radiador, motor de arranque, alternador, acelerador, cuerpo de aceleración electrónico, múltiples de admisión y escape.



Figura 9. Montaje del banco

Fuente: Los autores

Una vez ensamblado todo y funcionando de manera correcta se acomodó el cableado utilizando taipe y forros para cubrir y proteger el cableado, adicionalmente se aseguraron las cajas de fusibles dentro de los compartimentos.



Figura 10. Banco terminado

Fuente: Los autores

IV. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO

Utilizando un escáner se procedió a tomar los valores de operación de los sensores y actuadores mencionando a continuación los más relevantes.

a. SENSOR APP

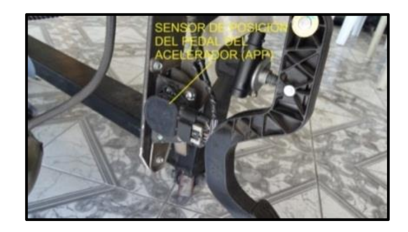


Figura 11. Sensor APP

Fuente: Los autores

Tabla1. Voltajes del sensor APP1

VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
1,02	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
4,33	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
5	Voltaje de referencia	V

Fuente: Los autores

Tabla 2. Voltajes del sensor APP2

VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
3,83	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
0,67	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
5	Voltaje de referencia	V

Fuente: Los autores

b. SENSORES TP



Figura 12. Cuerpo de aceleración electrónico

Fuente: Los autores

Tabla 3. Voltajes del sensor TP1

VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
3,57	Voltaje de señal con el acelerador libre	V
0,63	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
5	Voltaje de referencia	V

Fuente: Los autores

Tabla 4. Voltajes del sensor TP2

VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
1,35	Voltaje de señal con el acelerador suelto	V
4,2	Voltaje de señal con el acelerador presionado a fondo	V
5	Voltaje de referencia	V

Fuente: Los autores

c. INYECTORES

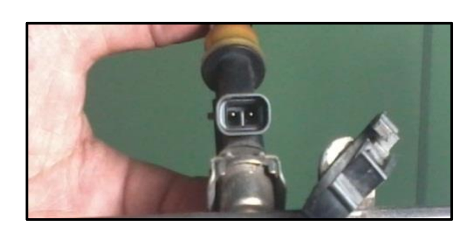


Figura 13. Inyector Delphi

Fuente: Los autores

Tabla 5. Resistencia del inyector

VALOR	PARÁMETRO MEDIDO	UNIDAD
14	Resistencia	Ω

Fuente: Los autores

V. DIAGNÓSTICO Y LECTURA DE CÓDIGOS DE AVERÍA.

Para el siguiente procedimiento es indispensable el uso de herramientas de diagnóstico que hacen posible la interpretación y extracción de fallas dentro del sistema electrónico de los vehículos modernos, a continuación se nombrará los códigos de falla más comunes.

- *DTC P0013 (actuador del árbol de levas de escape)*
- *DTC P0106 (sensor MAP)*
- *DTC P0107 (sensor MAP)*
- *DTC P0108 (sensor MAP)*
- *DTC P0112 (sensor IAT)*
- *DTC P0113 (sensor IAT)*
- *DTC P0117 (sensor ECT)*
- *DTC P0118 (sensor ECT)*

- *DTC P0122 (cuerpo de acelerador electrónico TAC)*
- *DTC P0223 (cuerpo de acelerador electrónico TAC)*
- *DTC P0526 (conector del electroventilador)*
- *DTC P2122 (sensor APP)*
- *DTC P2128 (sensor APP)*
- *DTC P0340 (sensor CMP)*

VI. CONCLUSIONES

- *Se tuvo que enlazar el módulo de control del tren motriz (PCM) con el de la carrocería (BCM) para lograr el funcionamiento del motor debido a que el BCM controla el sistema inmovilizador del vehículo.*
- *Se encontró la conexión de los diferentes módulos del automotor es de tipo estrella por lo que no es necesario conectar todos los módulos para lograr en funcionamiento del motor.*
- *Se desarrolló una guía digital para la localización y reparación para los códigos de avería más comunes del motor.*
- *Se construyó una estructura de metal y fibra de vidrio con el objeto de alivianar el peso del banco de pruebas.*
- *Fueron utilizados instrumentos de medición de última generación para realizar el análisis de funcionamiento de los sensores y actuadores del motor.*
- *Tanto el sistema de inyección de combustible así como el sistema de encendido son totalmente electrónicos con el fin de reducir al máximo las emisiones contaminantes.*

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Haynes, J. (2001). *Manual de lanzamiento posventa Chevrolet TrailBlazer*, California. Editorial Haynes de Norte América

- Haynes, J. (2008). *Manual de servicio Chevrolet TrailBlazer*. California. Editorial Haynes de Norte América

- Lloris, A. (2003). *Sistemas Digitales*. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España, Barcelona.

- Rueda, J. (2005). *Manual en Mecánica y Electrónica*

Automotriz. México D.F. Editorial Diseli.

- Rueda, J. (2006). *Manual en Técnico de Fuel Injection*. México D.F. Editorial Diseli.

- Thiessen, F. y Dales D.(1994). *Manual Técnico Automotriz. (4ta ed.).* ., México D.F. Hispano América S.A.

- Pickerill, K. (2013). *Automotive engine performance* (6ta Ed).Cengage Learning. Estados Unidos, Texas

- Bernal, L. (2006). *Inyección electrónica de combustible*. Madrid, España. Editorial Iberoamericana.

- Russell, J (2012). *Delphi Automotive.* Michigan USA. Editorial McGraw-Hill.

VIII. BIOGRAFÍA



Ricardo Guevara, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz presta sus servicios profesionales como Docente en mecánica automotriz.



Daniel Yánez, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Automotriz presta sus servicios como Asesor comercial.



Germán Erazo, nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial posee estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovales, Administración de Empresas y Magister en Gestión de Energías. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



José Quiroz, nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, posee estudios de Posgrado en Autotrónica y Magister en Gestión de Energías. Docente Tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE .

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Ricardo Daniel Guevara Torres y Patricio Daniel Yánez Rodríguez bajo mi supervisión.

____

ING. GERMÁN ERAZO

DIRECTOR DEL PROYECTO

____

ING. JOSÉ QUIROZ

CODIRECTOR DEL PROYECTO

____

ING. JUAN CASTRO

DIRECTOR DE LA CARRERA

____

DR. FREDDY JARAMILLO CHECA

SECRETARIO ACADÉMICO